

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Políticas industriais e tecnológicas para a produção de
energia limpa: um olhar sobre o caso brasileiro**

Pedro Henrique Lino Dias

DRE:114037573

ORIENTADOR: Prof. João Felipe Cury Marinho Mathias

SETEMBRO 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Políticas industriais e tecnológicas para a produção de
energia limpa: um olhar sobre o caso brasileiro**

Pedro Henrique Lino Dias

DRE:114037573

ORIENTADOR: Prof. João Felipe Cury Marinho Mathias

SETEMBRO 2019

As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor

Dedico este trabalho à família, àquela “de sangue” e
àquela que se escolhe ao longo da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às inúmeras mãos que participaram indiretamente no processo de conclusão da graduação no Instituto de Economia – UFRJ, seja ao longo dos aprendizados na nesta, seja na vivência que a instituição pôde me proporcionar; também aos amigos e familiares que, de alguma maneira, deram suporte para conclusão desta importantíssima etapa de minha vida, em especial às duas pessoas que foram, e são, fundamentais nos dias mais desafiadores aos mais gloriosos até aqui, Luciana e Luisa Lino; assim como à colaboração ímpar de meu orientador no processo de construção neste trabalho final.

RESUMO

O trabalho consiste em identificar a existência e desempenho do desenvolvimento brasileiro quanto suas políticas industriais e tecnológicas na área de energia limpa. Inicialmente é relatada a retrospectiva das conferências mundiais climáticas, seus efeitos subsequentes ao longo do tempo sobre as políticas energéticas, até o momento mais recente de consolidação institucional no Brasil, os programas voltados à energia sustentável e comparações com casos próximos em outros países.

Neste sentido, a abordagem escolhida busca detectar o momento de transição das discussões amplas inicialmente feitas até o estabelecimento de medidas objetivas e formais, bem como os principais desafios atuais na área e expectativas quanto as metas futuras até aqui determinadas.

Além da metodologia histórica escolhida, foi utilizado também o arcabouço instrumental através da TIS (*Technological Innovation System*), o qual permitiu tanto parametrizar em diferentes proporções casos interno de desenvolvimento tecnológico e inovador, quanto comparado com outros países. Um dos resultados preliminares obtidos foi: o fato do desenvolvimento e presença de políticas industriais e tecnológicas no país, grosso modo, ocorrer de diferentes maneiras dadas as influências as quais influenciam na área e o contexto em que são executadas, como também o perfil de políticas públicas no setor de energia dividir-se entre “reativas” ou “ativas”.

ABREVIATURAS

EU	<i>European Union</i>
EU	União europeia
GEE	Gases de efeito estufa
ICT	<i>Information and communication Technologies</i>
NIS	<i>National Innovation system</i>
P&D	Pesquisa & desenvolvimento
RIS	<i>Regional Innovation system</i>
SIS	<i>Sectorial innovation system;</i>
TIS	<i>Technological innovation system</i>

ÍNDICE

Introdução.....	10
CAPÍTULO I - Retrospectiva das mudanças tecnológicas e consensos multilaterais	
I.1 - . Do acordo de Estocolmo às metas de baixo carbono de 2050.....	12
I.2 - Disrupturas tecnológicas.....	17
CAPÍTULO II - Arcabouço teórico-metodológico para a disseminação de tecnológica em energias renováveis	
II.1. - O porquê das regras.....	21
II.2 A importância do enfoque nas políticas tecnológicas.....	23
II.2.1 - A organicidade das inovações na produção de energia limpa	25
II.2.2 A difusão tecnológica no mercado de energia renovável.....	26
II.3 - A importância na escala da política tecnológica e a percepção de qualidade com o surgimento da TIS.....	28
II.3.1 Componentes da TIS.....	30
II.3.2 Obstáculos e fomentos à propagação dos TIS em energia renovável.....	31
CAPÍTULO III. A indústria e inovação em energia renovável: retrato do cenário brasileiro e comparações com países referência no setor.....	34
III.1. Panorama geral da matriz energética brasileira.....	35
III.2. Retrospectiva dos incentivos à melhoria do sistema e seus desafios.....	36
III.2.1 Panorama dos anos 1990.....	36
III.2.2. - Apagões de 2001: comparativo entre Brasil e Califórnia.....	39
III.2.3 - A reforma de 2004.....	40
III.3 Os instrumentos políticos de combate à mudança climática.....	41
III.4 - Medidas de apoio à estrutura de energia renovável.....	43
III.4.1 Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia.....	43
III.4.2 Ambiente de Contratação Livre e Ambiente de Contratação Regulada.....	45
III.4.3 Retratos em novas energias renováveis e diferentes momentos das políticas energéticas e industriais.....	46

III.5 Casos de sucesso e insucesso da TIS.....	48
IV. Conclusão.....	51
ANEXO.....	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1.....	17
Tabela 2.....	31
Gráfico 1.....	34
Figura 1.....	40
Tabela 3.....	50
Tabela 4.....	52

Introdução

Em meio ao contexto global de retomada do crescimento somado às questões conflituosas entre potências mundiais pelo comércio internacional, criar projetos que conciliem o aumento de redes ambientalmente sustentáveis nos processos produtivos com melhoria nas expectativas de lucros que sejam atraentes é um desafio que urge os tempos atuais, sobretudo no que data de 2008 ao ano corrente de 2019 (Baldocchi, 2018). Isso porque nesta época os debates sobre mudanças climáticas apresentam-se maduros como jamais percebido na história, tendo conclusões e objetivos cada vez melhor direcionados, e a ameaça de desequilíbrio dos biomas ser cada vez mais latente.

A mobilização internacional em questões ambientais tem início principalmente em momentos de encontro entre chefes de estado e representantes globais em conferências voltadas à temática. Conforme o desenvolvimento e estabelecer de acordos, o papel das políticas internacionais no processo de descarbonização pode ser visto como precursor, sobretudo através de acordos multilaterais inseridos em um contexto de crescimento exponencial da globalização na segunda metade do século XX. Estes acordos, por sua vez, provocam gradual formalização dos compromissos entre os inúmeros países envolvidos, que se traduzem em direcionamento das articulações entre o poder público e privado de industrialização e inovação em áreas com grande potencial para diminuição da emissão de poluentes, como é o caso do setor energético.

A discussão apresenta como premissa maior a noção de que se deve retratar o tema a partir do que se tem de mais recente quanto à difusão tecnológica e sua cadeia produtiva no setor de energia. O arcabouço teórico utilizado como instrumento de comparação entre os estudos de caso retratados foi a *Technological Innovation System* (Sistema de Inovação Tecnológica). Desta maneira, busca-se identificar alguns dos principais gargalos mais recentes desse novo arranjo que se configura, bem como seus aspectos de potencial crescimento.

O objetivo principal deste trabalho é perceber o posicionamento do Brasil relativamente à fronteira da modernidade industrial e tecnológica global em energia renovável, seus planos nacionais ao longo das últimas décadas, aspectos bem sucedidos e quesitos que justifiquem as falhas do mercado nacional. Não obstante, também foram levantados os pontos mais importantes da agenda internacional para perceber a importância que estes

destaques tiveram como fomentadores iniciais na inclusão das fontes energéticas renováveis como quesito crucial para o desenvolvimento consistente do futuro.

O capítulo um inicia a discussão através do levantamento dos principais acordos climáticos e como estes foram modificados pelas autoridades envolvidas. No segundo capítulo é feito o levantamento de como funciona a disseminação de inovação e tecnologia no setor, como se dá o instrumento de percepção de desempenho deste caso, e o conjunto de fatores que justifiquem a ação conjunta. O capítulo três retrata o caso brasileiro e também exemplos próximos daquilo que se pode absorver como casos de êxito na rede de energia pela superação dos obstáculos.

Capítulo I: Retrospectiva das mudanças tecnológicas e consensos multilaterais

I.1 Do acordo de Estocolmo às metas de baixo carbono de 2050

Em um primeiro momento, mais especificamente ao final do último século, o debate referente à matriz energética, seus impactos ambientais e relação com o sistema econômico, focou essencialmente em propagar a urgência pela superação das instalações e sistemas agressores aos biomas globais, passando a ter dificuldades consideráveis em conciliar um comum acordo de forma a garantir, na prática, compromissos assumidos. Passado o momento inicial de conscientização massificada pelos meios de informação, instituições nacionais e internacionais, a academia científica, e outros estratos sociais diversos, o que se percebe no período recente é o avanço em temas posteriores a esta discussão primeira, em que os principais países e organizações, detentores do protagonismo geoeconômico mundial, articulam-se para criar e alçar metas objetivas de modificação das etapas produtivas, de poluidoras, para outro arranjo harmonioso com a preservação do meio ambiente.

Em uma breve retrospectiva, muitos já foram os acordos multilaterais estabelecidos a nível global. Ao observar a cronologia nesta magnitude, seja o de Estocolmo (1972), seja ao analisar as articulações mais recentes, a exemplo do Acordo de Paris (2015), o que se observa são características progressivamente menos generalistas e limitações comuns dentro das políticas que podem ser realizadas para promover a sustentabilidade (Quadros, 2017). Dentre estes estão os compromissos assumidos e reiterados após cada encontro, debates sobre as consequências nocivas aos biomas dos modelos econômicos vigentes, reduções na emissão de gases poluidores, entre outros. A tabela completa encontra-se disponível em Anexo.

Pelos momentos apreendidos dos principais encontros climáticos mundiais, a partir da inflexão em superar a maturação e aceitabilidade entre os diferentes setores a nível global, identificado pela transição teórica para o estabelecimento de metas institucionalizadas, entre a “Segunda Conferência Mundial do Clima” para o momento estabelecido pelo “Protocolo de Kyoto”, obstáculos inerentes aos conflitos de interesse começam a surgir.

Conforme avanço da discussão de maior amplitude para os momentos de tomada de decisão conjunta em quesitos específicos, como os índices de “descarbonização” e fomento à economia verde, eventos como “Flexibilização do Protocolo de Kyoto” e a

auto retirada estadunidense do “Acordo de Paris”, explicitam a dificuldade que é harmonizar os arranjos produtivos, que conferem lucro, porém são insustentáveis para o Planeta Terra, e a iminente tecnologia renovável que está sob incerteza dos retornos esperados. A fragilidade da situação também deve levar em conta o momento de desaceleração global da atividade econômica, acompanhada pelo clima de incerteza do direcionamento da política global – a substituição do multilateralismo para o bilateralismo nas negociações comerciais (Passarinho, 2019). Sobretudo, tal cenário advém da busca pelos países de maior pujança política e econômica em se manterem no protagonismo geopolítico internacional, pois, segundo estes, o redirecionamento das vias energéticas tradicionais para as renováveis são adotadas em meio à incerteza de que a concorrência também está a seguir os parâmetros de desenvolvimento acordados nos encontros climáticos (Batista, 2017), o que acaba por fazer postergar a transição completa e economicamente viável.

A partir da declaração oficial pelo Conselho Europeu em março de 2007 (COMMUNITIES, 2007), e formalização em Dezembro de 2008, o primeiro planejamento em larga escala assumido teve data para 2020 (Parlamento Europeu, 2008) - objetivando menores níveis de descarbonização. Neste sentido, a União Europeia é vista como a primeira a decidir por ultrapassar o patamar conferencial dos temas relacionados à sustentabilidade, e passa a desenvolver o tema a nível continental, com participação do bloco em sua completude.

Quatro anos depois, ampliou-se para 2050 a ambição de estabelecer uma economia de baixo carbono mais ampla, com metas de redução em 80% (Pereira da Silva & Gomes Martins, 2016). Existe dentre seus *policy makers* a noção quanto à importância de manter o continente na vanguarda das energias renováveis, eficiência energética e desenvolvimento de outras tecnologias com baixo nível de emissões de carbono, por conta de questões como o momento de mudanças climáticas sensivelmente cada vez mais perceptíveis e também pela crescente participação de outras firmas neste mercado ainda considerado em dilatação (Comissão Europeia, 2016).

A estratégia europeia para 2020, também conhecida “20-20-20”, possui o objetivo geral em três vertentes: redução em 20% dos gases de efeito estufa (GEE); 20% de energia renovável no consumo final em valores absolutos de energia; e diminuição em 20% no consumo de energia em relação às projeções de 2020 (European Union, 2018). Com intermédios dessas políticas industriais e tecnológicas, o processo de transição para

energia de “baixo carbono” vem a se tornar ainda mais importante, dada sua conexão direta com outros objetivos do programa, tais como P&D e desempenho do nível de emprego. A concretização desse cenário, viabilizado pelo surgimento de novas tecnologias, têm fundamento na fomentação da demanda por produtos ecologicamente sustentáveis com potencial de ocupação no mercado, principalmente via exportação (European Union, 2018).

Com vencimento para 2030 e apresentada em 2014, as medidas de médio prazo, propõem modificações estruturais mais desafiadoras, tanto no campo legislativo quanto na estrutura produtiva. No território da EU, a energia renovável possui previsões de ocupar cerca de 27% de seu portfólio e diminuições no nível de emissão de gases, com base em níveis de 1990, em 40% até 2030 e 60% até 2040 (Pereira da Silva & Gomes Martins, 2016); como também mudanças no mercado de crédito de carbono; revisão dos indicadores de forma a apurar a avaliação de uma energia competitiva, com progressiva melhora de custo benefício e segura para seus usuários; além do acompanhamento da Comissão Europeia em avaliar o desenvolvimento de cada estado-membro e sua agenda energética e climática. (Pereira da Silva & Gomes Martins, 2016)

Como forma de tornar as projeções factíveis, o uso de metas intermediárias é também praticado para redimensionar sempre que necessário reforçar a garantia de alcance à baixa emissão de poluentes. A partir da revisão de metas, entre cada período principal – 2020, 2030, 2040 e 2050 – reajustes são realizados para dar continuidade à tendência de produção em energia limpa completa e a transição bem sucedida para a economia sustentável. Para tal, por exemplo, a Comissão Europeia apresentou em 2016 os pacotes “Acelerando a transição da Europa para um pacote de economia de baixo carbono”, “Pacote de energia limpa para todos os europeus” e o “Pacote de mobilidade limpa”..

Estas medidas incluem mudanças naquilo que pode ser considerado um dos principais pilares para o sucesso de políticas públicas no setor de energia: propostas legislativas condicionantes do ambiente de negócios alinhadas ao surgimento de novas tecnologias em energia limpa. O resultado de tal redirecionamento pode ser observado na criação do Mercado de Emissão Europeu (EU ETS), o qual estipulou inicialmente mais de 11.000 instalações grandes consumidoras de energia, além de exigir que empresas de menor escala sejam fiscalizadas por seus governos nacionais dando as devidas proporções de emissão (European Commission, 2018). Algumas destes objetivos de transição em questão buscam em sua essência o incremento da eficiência energética, para desta

maneira reduzir o nível de emissão dos gases poluentes dentro do prazo determinado, viabilizando também maiores níveis de suficiência energética.

Assim como as outras políticas de Estado até aqui retratadas, o mercado de carbono em si também recebe aprimoramentos através de metas intermediárias. Neste caso, a chamada “terceira fase” (2013-2020), são implementadas regras únicas para o nível máximo de emissão ao invés do sistema por país, além de 300 milhões de licenças obtidas do fundo de Reserva de Novas Empresas Entrantes como forma de incentivo à inovações em energia renovável, captura e armazenamento de carbono. A “quarta fase” (2021-2030) confere metas ainda mais ousadas ligadas à ajudar a indústria e o setor de energia a superar os desafios de inovação e investimento da transição de baixo carbono por meio de vários mecanismos de financiamento de baixo carbono (European Commission, 2018).

A criação de mecanismos econômicos como esse induzem as emissões a serem reduzidas em áreas de menor custo, ao mesmo tempo em que incentiva investimentos em melhores mecanismos para produção de energia limpa e de baixo carbono (European Commission, 2008). Em termos numéricos, o nível de emissão de GEE foi reduzido em 22.4% em 2017 em comparação a 1990.

Para o primeiro prazo de 2020, as ações determinadas podem ser consideradas de pequena envergadura, mas também vistas como de suma importância dentro do contexto maior de transição geral do sistema de energia. Alguns exemplos recaem sobre o desempenho atrelado ao melhor uso de energia em edifícios, e à etiquetagem dos produtos e seus respectivos usos de recursos necessários para produção, como forma de incentivar o consumo daqueles mais eficientes (Pereira da Silva & Gomes Martins, 2016).

Uma dos acordos mais emblemáticos e que dialoga com as diretrizes europeias é o *Climate Change Act* de 2008, no qual afirma que 80% da emissão de gases de efeito estufa devem ser extintos das atividades do Reino Unido até 2050 (Lockwood, 2013). A aprovação desta política climática é vista, entre a comunidade internacional e especialistas (Mondo, 2019), como um marco dentre as ações de preservação ao meio ambiente pela escala que abrange e por possuir metas robustas dentro de um período pré-determinado estipulados institucionalmente para todos os países membros. O acordo contribuiu para outros vindouros do mesmo perfil, como foi o caso das metas de

emissão suecas (Change, 2018), podendo ser considerado assim um momento fulcral para a implementação de incentivos nacionais aos acordos de diferentes vertentes em prol de uma atividade econômica que preserve o meio ambiente.

De forma mais detalhada, a produção de eletricidade, via poluidores, passa à representação dentro de 20% da totalidade produzida, e dentro desta fração há divisão q entre os setores “Residencial e terciário”, “Transportes”, “Agricultura” e “Outros Setores” (Comission, 2011). Para se alcançar esta nova distribuição intra-setorial, vem se construindo melhor integração no mercado energético europeu, bem como destaque à participação dos consumidores neste sistema e reforçar o posicionamento de liderança no mercado energético europeu com o comércio internacional.

Em outras palavras, uma vez que a agenda do debate econômico global vincula sustentabilidade às oportunidades de desenvolvimento, cria-se uma tendência oriunda dessa sinalização que desencadeia uma entropia entre os diferentes fatores compositores deste sistema financeiro na direção de um novo arranjo produtivo, como no caso britânico, fazendo surgir um novo ciclo de oportunidades de inovação que buscam o uso dos fatores de produção, neste caso, em conformidade com os ecossistemas.

Da mesma forma, condicionantes locais também influenciam o cenário macro das políticas globais. Mais uma vez sobre o caso europeu, a vertente de maior sensibilidade está na dependência do continente com o gás russo, evidenciado pela compra de 65% do que foi produzido pelo país em 2015, sendo destinado principalmente para a Alemanha (Senado Federal, 2015). Outro caso emblemático também, está no contexto de dependência energética norte-americana com mais de meio século e previsões de esgotamento das reservas de petróleo entre 2020 e 2022 (Bernal, 2010). Casos como estes reforçam o conjunto de motivações pela diversificação das matrizes em alguns dos principais *players* globais no mundo, o que inclui certamente a energia renovável como uma das prioridades.

Em suma, o que se depreende então do percurso estipulado por regiões pioneiras e outras também adeptas ao modelo econômico sustentável até então, como a U.E., é o fato de um dos principais assuntos quando se trata de descarbonização é o setor energético. Dito isto, o sucesso da transição energética conta com a contribuição de cada Estado em sua política industrial e tecnológica escolhida. Com papel crucial, os investimentos por sua vez buscam estimular o mais rápido possível o incentivo

necessário para criação e consumo amplo dentro desses novos paradigmas. Em meio aos encontros e debates, o compartilhamento das experiências obtidas ao longo da implementação de cada projeto nacional ao máximo, faz com que esta cooperação evite duplicações em esforços e crie um ambiente de colaboração múltiplo que potencialize ainda maiores avanços de aprimoramento dos gargalos em planos e ações industriais e tecnológicas, o que certamente estão inclusas as melhorias no setor de energia (Bordeaux Rego, de Almeida Lournal, & Giansante, 2012).

I.2 Disrupturas tecnológicas

Além dos encontros e acordos potenciais durante as conferências do clima, existem fatores externos de menor domínio público, mais ligado ao comportamento aproximado desde a segunda metade do século XVIII, com o advento da primeira grande revolução técnico-produtiva então existente. No que tange à propagação das inovações, existe certa similaridade ao longo do tempo possíveis de aproximar os desempenhos históricos quanto ao padrão de assimilação dos novos processos técnicos feitos pelo mercado e sociedade. A cada ponto histórico, existem duas subdivisões distinguíveis: a instalação e o desenvolvimento. (Perez, Capitalism, technology and a green global golden age, 2016)

Além da tradicional Revolução Industrial Inglesa (1770), que promoveu exponencial crescimento econômico e foi responsável por mudanças estruturais permanentes - âmbitos sociais, políticos, financeiro e muitos outros – são também consensuais entre a academia identificar outros marcos mais oriundos das transformações industriais. Existiram cinco revoluções desde a ocorrida no Reino Unido, que podem ser chamadas de “grande surgimento de desenvolvimento”, tal perspectiva corrobora a noção de longuíssimo prazo dos ciclos econômicos ligados à inovação de Kondratiev e Schumpeter (Perez, 2016).

Tabela 1: As 5 inflexões tecnológicas

Ano	Mudanças
1770	Introdução da mecanização; aumento de uso dos fatores mecânica hidráulica; utilização de canais para logística de produtos e pessoas. Época confere à Grã-Bretanha o título de potência mundial
1829	Uso amplo de carvão, vapor e metal; construção de rodovias locais e regionais; mudanças sociais permanentes ligadas ao desenvolvimento econômico, como por exemplo, o surgimento de uma educada e empreendedora classe média.
1875	Aplicação de maior valor agregado sobre o uso de metais; desenvolvimento da engenharia pesada; surgimentos de rodovias e navios transcontinentais; primeiros vestígios da globalização; ascensão de novas lideranças mundiais como EUA e Alemanha.
1908	Primeiros modelos de automóveis destinados ao consumo de massa, como o Ford T; indústria petroquímica e seus produtos como asfalto, plástico, etc; universalização da eletricidade.
1971	Marcado pelo lançamento do microcomputador Intel, foi início do apogeu do setor da tecnologia de informação e comunicação.

Fonte: Adaptação Perez (2016)

O motivo de seleção dessas mudanças vai além da elaboração e difusão tecnológica em si, mas nas consequências sobre múltiplos aspectos para além da inicial mudança na cadeia produtivas em que é engendrada a inovação. Ocorrem em cada etapa desta historiografia incrementos na produtividade, bem como na estrutura de custos sobre os recursos utilizados no processo produtivo. Um desdobramento emblemático é o surgimento do “*American Way*”, que teve mudanças para além das atividades ligadas às cidades e a produção da agricultura através do uso de fertilizantes petroquímicos e pesticidas, instalado níveis crescentes de tecnologia no campo de forma a diminuir os custos de produção dos alimentos (Perez, 2016).

Ao seguir esta perspectiva continuativa das inovações, dentre os ciclos econômicos de criação e propagação, existe o período de conturbação em que entre os ganhos e perdas da chegada de novos paradigmas de mercado, os ganhos e perdas podem ser vistos de maneira positiva ou negativa entre os agentes. Este momento é caracterizado pela reconstrução produtiva e quebra das estruturas existentes por outras novas, cujo ponto de inflexão é caracterizado de “bolhas” financeiras e uma recessão de curta ou longa duração (Perez, p.195, 2016). Estas bolhas por sua vez são os reagrupamentos necessários para o surgimento de novas frentes de empreendimento.

É na sinergia entre o setor industrial, tecnológico e de infraestrutura que a revolução tecnológica possui condições necessárias para embasar seu crescimento nos anos seguintes, superando paulatinamente a recessão. Tal congregação é potencializada pelo conceito da formação e investimento na chamada “*information and communication technologies*” (ICT). O crescimento desta parte da economia, cada vez mais identificável a partir do surgimento supracitado dos microcomputadores em 1971, o qual marca a época de baixa inflação e crescimento econômico consistente a partir do desenvolvimento massificado da globalização e da computação (Schreyer, 2000).

Esta nova configuração veio a mudar conceitualmente a noção de funcionamento da economia que se tinha anteriormente com a que passa a existir. Um termo utilizado crescentemente é o de “externalidades de network” (Schreyer, 2000). É válido também, separar a diferença dos ICTs nas áreas diversas da economia como maneira de evidenciar ainda melhor a grandeza das implicações que este fator teve desde a segunda metade do século anterior até o momento presente. Existem as tecnologias de informação e comunicação ligadas ao mercado de trabalho e seus fatores de produção, as da área industrial e sua contribuição para o crescimento da área, e os incrementos de capital em todas as áreas econômicas oriundas desta nova ferramenta. (Schreyer, 2000).

A ICT modificou diferentes indústrias anteriormente existentes a esse surgimento e, após o período de implementação – como todos os outros momentos pós-crise elencados no quadro anterior - caminhos para novas oportunidades vieram a surgir. Algumas das criações destacáveis são: a transformação de produtos tangíveis em serviços, a criação de “home office”, a globalização da produção e comércio exterior (Schreyer, 2000). Da mesma forma, mudou-se o padrão de consumo proveniente da massificação de informação a partir da criação do *smartphone* e do computador pessoal, permitindo a generalização de oportunidades para inovar e empreender, seja individual, seja coletivamente.

Ao perceber este contexto potencial referido na área do “crescimento verde”, existem pontos em comum entre a época de 1930 e a atual. Por exemplo, o fato de existirem carros e produtos petroquímicos isoladamente não ser uma garantia de crescimento sistêmico, da mesma maneira que a existência de produtos biodegradáveis e aparelhos de captação energética via luz solar não representam uma nova era para o desempenho econômico. Isto é, é necessária a presença sistêmica dos múltiplos compositores da economia para fazer surgir um novo sistema autossustentável.

Para isso, atualmente as instituições envolvidas contam com artifícios antes inimagináveis. No que tange aos recursos de informação e sua melhor utilização, os levantamentos úteis à criação de novos meios e funcionalidades produtivas, como também o compartilhamento de procedimentos para incrementos nas cadeias produtivas, são características que diferenciam o momento atual como já no presente, e ainda potencialmente dentro de prazos próximos, muito superiores ao da primeira metade do século XX. O nível de tecnologia acumulada desde então já se mostra muito superior.

Atualmente, identificar os pontos potenciais e os gargalos para proliferação de inovações tornou-se mais fácil (Perez, 2016). Por mais que os investimentos possibilitados por estes recursos, a chamada “Revolução 4.0”, não estejam ligados diretamente à energia renovável, é garantido ao menos que a inteligência e levantamento de dados também podem ser levados ao setor como forma de incrementar o desempenho do sistema energético como um todo, tornando-o cada vez mais dinâmico e eficiente.

Neste sentido, toda a temática relativa às modificações climáticas originadas do padrão de consumo predominante no sistema econômico também passaram a estar ao alcance comum em instrumentos de comunicação iterativos. Somado a isto, em um mundo altamente globalizado, com rede de informação consideravelmente mais avançada que épocas anteriores, junto à agenda de Estado fomentadora de inovações de baixo carbono, pode-se criar mais uma fonte de estímulo à demanda potencial (como a citada em *“De Estocolmo ao baixo carbono de 2050”*) ciclicamente virtuosa a esse processo de transformação na produção industrial em diversas áreas, ao mesmo tempo em que também possibilita acesso à gama de novos bens que atendam tal demanda. Dada a centralidade que recebe a questão energética por conta de seu potencial de descarbonização, os produtos que seguem o padrão aqui retratado, certamente têm potencial de possuírem alcance global de disseminação, o principalmente por estarem cada vez mais presentes na cesta de bens a serem escolhidos pelos compradores.

II. Arcabouço teórico-metodológico para a disseminação de tecnológica em energias renováveis

II.1. O porquê das regras

Um conjunto de leis pode comprometer ou impulsionar a descoberta de novos produtos ou operações nas cadeias produtivas de um setor. Junto com a aceitação social desse novo contexto, a mobilização de recursos pode ser mais facilmente angariada, pois a legitimação, somada às garantias de mercado, fomenta o fluxo de investimentos em projetos do tipo (Jacobsson & Bergek, 2011).

Esta atratividade via respaldo legal, quando destinada aos negócios que também possuem suas inovações estimuladas pela competitividade entre tecnologias recentes e as já estabelecidas, torna-se um ambiente potencialmente ainda mais atrativo se comparado aos de menor concorrência entre as firmas **Fonte bibliográfica inválida especificada..** A rede tecnológica é considerada de grande potencial quando há presença de um conjunto de agentes interagindo entre si e sob o mesmo conjunto de regras que estruturam um ambiente propício à geração, difusão e utilização prática desta tecnologia.

Neste sentido, Jacobsson & Anna Bergek (2004) chamam de “causas de acumulação” essa formação da atratividade oriunda de mudanças no ambiente de negócios já existente. Ou seja, para se avançar nesse cenário é necessário que as inovações implementadas passem a ser mais estimulantes e representem a gênese de um mercado potencial. Além disso, recentes mudanças sistêmicas vêm ocorrendo pela primeira vez de toda retrospectiva do setor energético. Substituindo as tradicionais inovações dinamicamente contínuas do setor, novas modificações estão cada vez mais consistentes no sentido de proporcionar transformações em aspectos estruturais importantes.

Sobre o campo em questão, alguns desafios destacam-se. O aumento do “Mix Energético” na produção por sua vez tem sua garantia também no sentido *stricto sensu*, por medidas corretivas e delimitadas pelas agências de regulação. Alguns dos exemplos já estabelecidos são: o Conselho Europeu de Reguladores de Energia (CEER) e a Agência para a Cooperação dos Reguladores Europeus da Energia (ACER), mais especificamente sobre a tecnologia já existente de medidores e redes inteligentes, e pontos considerados proeminentes dentro do médio prazo do setor, que definiu seu arcabouço regulatório com objetivo de tornar seu custo mais eficiente desde o momento

de crescimento de seu uso atualmente. O comportamento dos agentes de mercado também passou a ser delimitado, bem como as ações de utilizadores a ele ligados (Esteves, et al., 2016), através de incentivos para superação e construção mais avançada em sua robustez tecnológica, em assuntos como: fontes renováveis despacháveis, coexistência da rede tradicional com novas ferramentas inovadoras e comunicações inteligentes em todos os níveis de tensão.

Neste sentido, resumidamente, as regras de mercado surgem com objetivo de fomentar condições em que as tecnologias criadas permitam cumprir as metas estabelecidas de política energética em termos de custo, de forma a proporcionar critério de escolha neutro dentre as opções tecnológicas a serem consumidas pelo mercado e a posterior condução pode se dar em diferentes níveis como forma de direcionamento contínuo da transição do modelo energético. Em termos práticos, o Joint Research Centre (JRC), da Comissão Europeia, passa a monitorar a evolução dos projetos de Redes Inteligentes entre 2002 e 2014, tendo em suas criações mais atuais entre 2013 e 2014 um total de 459 projetos em investigação e desenvolvimento ou em concretização final por toda EU (Esteves, et al., 2016). Desta forma, torna-se mensurável a que ponto se encontra os diversos planos de fomento na área, permitindo identificar seus gargalos e atingir sua finalização de forma que compradores sejam atraídos para a nova tecnologia. Desta forma, percebe-se que, através da diretriz de um novo respaldo jurídico, análises mais completas puderam ser feitas.

As medidas aqui explicitadas, tanto as de política energética quanto as de regulação, buscam estimular um mercado que passa por algumas modificações no uso dos ativos de rede, o qual vem substituindo os antigos sistemas focalizados em subestações, linhas elétricas, transformadores, disjuntores e outros mais, por outro modelo ligado ao uso de software, cibersegurança, produção distribuída e etc (Esteves, et al., 2016). Desta forma, a percepção prévia das tendências no setor energético, quando bem feita, faz com que as “causas de acumulação” possam ser mais bem exploradas e o setor adquirir maior robustez com o tempo naquilo que se deseja dentro do projeto maior para a descarbonização. Não obstante, também se torna mais fácil analisar tendências de comportamento do mercado e assim incutir tecnologias que tragam a diminuição de poluentes.

II.2 A importância do enfoque nas políticas tecnológicas

Em tempos atuais, um economista negar a inovação como um dos pilares fundamentais para o crescimento econômico é considerado improvável. Todavia, a nível teórico, tal importância é dificilmente comprovada dentro da ortodoxia econômica, pois uma vez que ocorrem mudanças na proporção entre emprego de mão-de-obra e capital, por incrementos em sua produtividade oriundos do processo inovador, não se consegue ter noção da magnitude dos impactos ou prever o momento em que ocorra (Perez, 2016). Seguindo este arcabouço teórico, em 1956, Solow desenvolve seu modelo sobre crescimento econômico e leva em conta o fator “residual”, fundamental para que a economia se desenvolva, como forma de consideração à importância da inovação (Teixeira, 2001).

Dando procedência à discussão sobre modernização das redes de energia e eletricidade, em sua fronteira tecnológica houve mudanças na logística de grande importância: a reversão da causalidade no sistema elétrico. A partir deste momento, a demanda vem passando a “seguir a oferta” ao invés da habitual oferta “seguir a demanda” (Pereira da Silva & Gomes Martins, 2016). No lugar da geração centralizada, distante dos centros consumidores, com fluxos de energia unidimensionais com o padrão “geração segue a carga”, constrói-se cada vez mais a geração com localidade diversificada, através das fontes renováveis e intermitentes (Guilherme Castro, 2016). Neste sentido, fatores como a perda de energia ao longo da distribuição e o uso crescente de instalações de pequeno e médio porte configuram um cenário cada vez mais presente de proliferação de fontes limpas, principalmente solar e eólica.

Esse novo destaque pelo lado da demanda, somado à possibilidade de armazenamento de energia e o surgimento dos medidores inteligentes, faz do sistema elétrico em um futuro próximo algo mais descentralizado e com fluxos bidirecionais de energia, como por exemplo, o uso de geração de energia distribuída a partir de fontes renováveis. O desenvolvimento sustentável, principalmente quando se trata em economia de baixo carbono, inclui fortemente o setor energético e a rede elétrica neste quesito e as mudanças possíveis de serem realizadas podem ocorrer em diferentes sentidos quando comparados a outros setores, como o de transportes (Guilherme Castro, 2016).

Com a necessidade de otimização dos recursos disponíveis a oportunidade de equilíbrio que se passou a obter com essa nova dinâmica, somados à demanda originária da

consensualidade social pró-sustentabilidade, os instrumentos necessários para tal logo foram adotados. Cada vez mais, o aproveitamento energético dentro da média e grande escala, assim como em plantas de pequena potência, pode estar presente em territórios até então desconsideráveis, como é o caso do crescimento eólico offshore. Este investimento hoje é considerado de bom rendimento para além de inserir-se dentro da meta de descarbonização (Anna , Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014).

Ao aperfeiçoar o sistema elétrico, desta maneira, é possível que o processo transitório da estrutura energética seja ainda mais otimizável. Esta por sua vez justifica-se desta maneira, sob o lado da oferta e seus instrumentos, pela proximidade multifacetária entre as novas realizações, como os contadores inteligentes (NEC, 2019), veículos elétricos e tecnologias utilizadoras da energia renovável. Quanto à demanda, uma vez que se é possível medir o perfil de consumo por residência e rede, a gestão do consumo tornou-se mais eficiente, como por exemplo: ativar ou desativar o fornecimento de energia em tempo real, atribuir tarifas de acordo com os horários de consumo, entre outros (Guilherme Castro, 2016).

Apesar de positivamente absorvido, o incentivo econômico puro atuante nas falhas de mercado, dado seu objetivo de redução de emissão de gases, não pode ser considerado suficiente dentro de um contexto maior que é a total transição das tecnologias ultrapassadas para outra ambientalmente responsável. Em primeiro lugar, o questionamento posto neste quesito se dá pela dificuldade do *policy maker* ter percepção suficiente para detectar e atuar no momento e proporção precisas para dinamizar o processo, dentro do nível produtivo, a partir da esfera econômica (Jacobsson & Bergek, 2011).

Posteriormente, o modo de fabricação adotado tem como critério de escolha a adoção dos meios de utilização da energia a partir de tecnologias com o menor custo por eficiência possível, para então depois se optar por desembolsos maiores. Sendo assim, são nas políticas tecnológicas que está a possibilidade de identificar os desafios necessário para superação dos entraves em questão, e assim encontrar, ao mesmo tempo, maiores rentabilidades em instrumentos de impacto menor ou nulo durante a produção (Jacobsson & Bergek, 2011).

Como consequência da aplicação de modificações puramente econômicas, por exemplo, a implementação de taxações por emissão de CO₂ estabelecidas em Kyoto (1997), cujo

surgimento do chamado “mercado de carbono” permitiu transações que compensem os grandes centros de emissão deste gás em manter sua organização original sem a necessidade de revisão do sistema produtivo, enquanto os países em desenvolvimento, que venderam suas parcelas de emissão, se limitaram em articular entre a atividade econômica e a transição para meios menos agressores à atmosfera (Alvim, 2016) .

O processo de mudança de produção energética tradicional, indiferente às questões ambientais, para os novos recursos do sistema energético, não agressor à natureza, é diretamente ligado à articulação da política pública e suas propostas de inovação para o setor, bem como no desenvolvimento tecnológico. Desta forma, estes dois fatores congregados potencializam as chances de alcançar os objetivos estabelecidos e suas inovações processuais, bem como o surgimento de novos desafios, advindos em um segundo momento da organização energética.

II.2.1 A organicidade das inovações na produção de energia limpa

Existem atualmente certas linhas de pensamento defensoras da tendência à inércia não inovadora nas tecnologias voltadas à energia. Para a perspectiva neoclássica, uma das primeiras a tratar sobre o tema, considera a inovação como um fator exógeno, que gera a externalidade de conhecimento por intermédio da atividade de P&D, mas esta – dentro deste arcabouço teórico – beneficia outros agentes que não os investidores iniciais do projeto, o que consequentemente desestimula tais iniciativas (Jacobsson & Bergek, 2011). Outra vertente amplamente difundida que também destaca o surgimento do *status quo* à novas tecnologias são os adeptos das teorias evolucionistas, cujas instituições têm a crucial função em tornar o setor sempre mais eficiente (Caufour, 2015). Para superar este entrave são incentivadas pesquisas na base do desenvolvimento P&D ou participar em investimentos conjuntos, entre o público e privado, na área (Jacobsson & Anna Bergek, 2011).

Outro quesito que justifica esta necessidade de existência de uma política de Estado – em seu sentido de perpetuação para além do ciclo eleitoral – baseia-se na escala em que estas modificações são engendradas. A propagação de novos paradigmas se dá através de um processo mais complexo do que a dicotomia entre sucesso ou insucesso de inserção no mercado, em que longos horizontes de tempo são necessários para se fazer perceber, dadas as vias diretas e indiretas do impacto realizado. Muitos são os fatores que podem ser levados em consideração para se analisar a mudança dos arranjos provocados na sociedade.

Neste sentido, podem-se levar em conta aspectos políticos, institucionais, geográficos, econômicos, ou até mesmo a interligação entre estes para com o a adoção de novas tecnologias. Genericamente, estabelecer de um arranjo legal atemporal garantidor de certos parâmetros durante o programar da inovação, serve como atração e mobilização de investimentos, como justificado em “*O porquê das regras*”. É através desta maior segurança, somada às políticas factíveis ao mercado, promovedoras de consenso entre os agentes, que os investimentos necessários serão realizados de fato¹.

Em outras palavras, mercados maduros e bem-articulados não se formam com rapidez. Para muitos dos casos, as vantagens comparativas entre a nova tecnologia e o conjunto de aspectos para a produção já existente é desconsiderável ou negativa. Para isso, a necessidade de incentivos diretos e indiretos no processo de adoção da produção de energia renovável é fundamental para novos contextos.

Segundo o Programa das Nação (ANEEL, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas, 2015)es Unidas de Desenvolvimento, cerca de 250/300 bilhões de euros foram destinados em subsídio na produção de energia convencional até meados de 1990, além disso, existe a vantagem indireta pela não taxação das externalidades negativas geradas pelo uso de carvão e afins.² Este levantamento justifica a possibilidade real em se embasar um aporte consistente para estimular este novo cenário.

II.2.2 A difusão tecnológica no mercado de energia renovável

Durante o momento de realização da inovação, seguindo a perspectiva analítica de um dos principais autores sobre o aspecto de inovação, Schumpeter em seu livro “*Capitalismo, Socialismo e Democracia*”, é durante o tempo de mudança na competitividade, em que são introduzidos, por exemplo, novos bens, abertura de novos mercados, quebra de monopólio, e outras entropias advindas de um novo paradigma. Sob este que pode vir a ser considerado um dos primeiros trabalhos sobre a perspectiva evolucionária, a noção de exogeneidade neoclássica é rejeitada, e a inovação passa a ser percebida como um processo endógeno.

O autor defende que é nesta fase em que as indústrias já maduras passam pelo processo de modernização ou destruição de seu mercado, uma vez que novos arranjos antes vistos como inviáveis passam a existir e serem considerados novos mercados, sendo este

¹ (Perez, Capitalism, technology and a green global golden age, 2016)

² (Jacobsson & Anna Bergek, p.816, 2011)

processo intitulado como “destruição criadora”. Por mais que o nível de disruptura não seja característico no mercado de energia - devido a quesitos como escala, custo das instalações e resguardos legais - este recorte analítico escolhido apresenta de maneira mais próxima do que qualquer literatura antes desenvolvida na área de energia e eletricidade. Tanto na possibilidade de produção de energia renovável em pequena proporção quanto na propagação das *smart grids*, a teoria em questão e o momento recente dialogam, uma vez que o novo funcionamento do mercado abre possibilidade para a criação de novas ferramentas e produtos.

Ainda dentro da teoria schumpeteriana, a comparação com surgimento de novos competidores, a pulverização de firmas, certo grau de incerteza do futuro tecnológico, mercadológico e até mesmo de regulação, a atualidade se aproxima com o contexto descrito pela teoria do autor. Outro quesito também destacável é o potencial de exploração de espaços pouco ocupados no mercado por essas firmas emergentes e as desatualizadas uma vez que se tem maior independência dos tradicionais centros produtores e com produção indiferente às oscilações do perfil consumidor dando lugar às projeções com base nas *smart metering* (Esteves, et al., 2016), da mesma forma como explica a colisão pela adoção das diferentes derivações de tecnologias recentes entre si e com as pré-existentes.

Em certo aspecto a etapa mais próxima seria com o segundo momento da inovação, em que ocorre a difusão e maturação deste novo mercado, o processo socioeconômico ocorre em meio ao *stress* de se descolar dos velhos empregos e tarefas produtivas, bem como a coexistência entre as indústrias tradicionais e as mais recentes organizações econômicas. A tecnologia renovável encontra-se disponível, porém, em certos momentos, o seu uso acaba por ser dificultado por medidas burocráticas que acabam por postergar o desenvolvimento no setor, o que atrasa o desenvolvimento na área (Rocha, 2018).

De qualquer forma, como elucidado anteriormente, os atores também podem interferir no processo decisório dessa condução por questões de interesse próprio, de forma que os investimentos realizados prévios à inovação continuem a conferir obtenção de maior retorno possível aos seus interesses e o setor se desenvolver. Para ambos os casos, respectivamente, servem de exemplos a escolha de novas tecnologias de acordo com a já existente tecnologia ligada à fonte nuclear e hídrica na Suécia como forma de incrementar os ganhos de escala nessa produção, bem como a influência nacional, da

“*Swedish State Power Board*”, exercida sobre os produtores municipais caso estes não seguissem os padrões de geração de energia estipulados.³

Para transformar o sistema energético é preciso com que formas de produção incrementadas venham a emergir a partir de novas tecnologias. É então, a partir desse arcabouço técnico-analítico, que é possível perceber dentro da regularidade de longo prazo, as oportunidades de desenvolvimento. Neste sentido, o acompanhamento e suporte específico durante o amadurecimento da fonte de energia renovável são dois aspectos considerados fundamentais para promover a transição das Tecnologias de Energias Renováveis para a integração ao mercado de massa. Além disso, a especificidade de cada tecnologia faz com que a política de fomento ideal precise ser perpetuada e periodicamente revisada para atender às novas necessidades desses sistemas inovadores. Ou seja, se trata de revisar e aprimorar constantemente as etapas de “instalação” e “desenvolvimento”.

II.3 A importância na escala da política tecnológica e a percepção de qualidade com o surgimento da TIS

Após o primeiro momento construído pelo recorte geral sobre os acordos multilaterais climáticos e seus pontos de conflito na geopolítica internacional, passando pela discussão a respeito da importância em um bom respaldo com garantias jurídicas robustas como algo que possibilite práticas de políticas tecnológicas, a superação desses conflitos de interesse passa, sobretudo, pelo crescimento econômico. Nessa lógica, a partir do incremento da produtividade alcançadas até o momento, associada à economia verde, chega-se ao ponto em que a organização do contexto retratado passa a ser crucial para o *policy maker* detectar os pontos fortes e fracos a serem explorados, bem como perceber se o plano de política pública destinada à transição desejada é possível.

Dentro das instrumentalizações possíveis de serem adotadas, a escala em que se escolhe o recorte analítico também é fundamental para a análise dos processos e identificação dos desafios a serem superados na área. Podendo variar em diferentes níveis, como o nacional *NIS* (*National Innovation System*), regional *RIS* (*Regional Innovation System*), setorial *SIS* (*Sectorial Innovation System*) ou, sob uma definição genérica, o *TIS* (*Technological Innovation System*) (Jacobsson & Anna Berge, p.42, 2011), as diferentes proporções de abordagem permitem aos agentes identificarem os problema que

³ (Jacobsson & Anna Berge, p.49, 2011)

precisam ser superados, bem como promover o crescimento de mecanismos particulares em determinadas direções. No caso da *TIS*, pode-se defini-la como uma perspectiva que leva em consideração diferentes agentes atuantes de determinado setor econômico específico, sob determinado arranjo institucional, envolvidos na geração, difusão e uso da tecnologia, enquanto os outros dois, a perspectiva é sobre o nível nacional, regional e setorial, respectivamente (Anna , Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014).

Esta separação é tida como necessária por motivos diversos. O primeiro a ser considerado é a interligação dentre os processos, em que os sistemas promovem durante a maturação da inovação. As pequenas modificações, de relativa menor mudanças em sua abrangência, contribuem em transformações sinérgicas no setor e acarretam em mudanças nos sistemas de maior escala, e vice-versa. Desta forma, com diferentes horizontes de maturação, formam-se indústrias associadas e suprimentos relacionados, e assim um novo mercado através dos anos e décadas.

Pela primeira vez em autores como Freeman (1987) surge a noção sistêmica mutável ao longo do tempo: a *Technological Innovation Systems*. Para o autor, a melhor escala analítica a ser escolhida é aquela que projeta todos os potenciais fatores de influência como também aqueles já existentes nos diferentes aspectos como o político, econômico, sociais entre outros. Desta maneira torna-se possível a noção conjuntural completa e fácil identificação das modificações a serem implementadas via inovação para galgar níveis mais elevados de desenvolvimento.

O segundo fator destacável leva em consideração a miopia que certa abordagem provocaria. No caso das análises mais generalistas ou amplas, a identificação de certos sistemas mais específicos seria ignorada, o que por sua vez provoca a elaboração de incentivos equivocados ou incompletos. Neste sentido, por mais que a análise do TIS seja desenvolvida muitas das vezes a nível nacional por conta das suas instituições promotoras da difusão tecnológica estarem nesta instância, certos aspectos importantes nas outras esferas acabam por ser negligenciados (Anna , Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014).

Ao construir as regras de mercado, os esforços dos *Police Makers* são cruciais para a frutificação autônoma do novo funcionamento para energia limpa. Uma vez que o reajuste constante das regras depende de fatores externos à simples decisão de implementação, como a burocracia estatal e um timing propício explicado na seção

“Por que as políticas tecnológicas merecem protagonismo”, a elaboração de um arcabouço de índices que sejam, ao mesmo tempo, robusto, objetivo e pragmático, colabora para a construção de uma integração moderna e de longo prazo para o setor.

É neste sentido que, na última década do século XX, em autores como Carlsson e Stankeiwicz (1991), surgem os estudos que multiplicam pelos setores da economia o uso da TIS como meio de identificação das virtudes e fraquezas deste arcabouço analítico a serem aprimorados, incluindo a área de energia, seja em um ponto específico no tempo, seja na sua projeção futura (Caufour, 2015).

Para perceber o desempenho dos diferentes TIS, a opção analítica corriqueira é perceber seus desempenhos por meio de certos aspectos (Anna, Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014). São estes: a capacidade de elaboração e propagação de conhecimento; boa orientação de P&D entre consumidores e fornecedores dessa tecnologia; surgimento de externalidades positivas advindas, ou não, pelo mercado; a robustez de formação do mercado; capacidade de mobilização de recursos; e a criação de legitimidade social.

Em suma, um dos quesitos mais importantes para que a TIS elaborada seja bem-sucedida está no foco em fomentar e garantir a difusão e uso de novas tecnologias. Para isso, essa análise deve buscar na competição entre novas tecnologias e as já existentes, de maneira que a intervenção provoque a capilaridade necessária para melhorias advindas desses novos funcionamentos sejam permanentes. Consequentemente, as instituições e políticas públicas passam a ter grande influência nesse processo (Caufour & Mathias, 2016).

II.3.1 Componentes da TIS

Para se perceber com clareza o mercado de energia, antes é necessário com que sejam ilustrados os compositores desse meio e assim ter melhor noção dos cenários presentes e futuros do setor. Dentro de um contexto genérico, são tratados três pilares deste meio: atores, redes e instituições (Caufour & Mathias, 2016). Os inclusos na categoria de atores são: o empresariado, empresas, consumidores e outras organizações. Este grupo é caracterizado por aqueles que atuam individualmente ou em grupo de forma a possuir poder de modificação do mercado de acordo com seus interesses. Esse poder é externado através da influência política, econômica, tecnológica ou com o lobby.

As redes são os meios de propagação, tácita ou racional, da informação útil em questão. Estes meios estão principalmente no mercado, por ser ambiente de maior fluxo de conhecimento para identificação de problemas e sua superação. Quando presentes fora do mercado, são identificadas de forma mais difusa em ilustrações mais abrangentes. Uma característica presente da *network* é a sua influência nas instituições, bem como a visão dos atores sobre o futuro, direcionando de forma direta e indireta as oportunidades de mercado, bem como suas preferências.

O terceiro vetor são as instituições, as quais determinam as regras que estabelecem as relações entre empresas, consumidores, investidores e outros agentes mais. Esta categoria é mais abrangente por ser possível atuar em diferentes alas da população, tendo influencia em variados aspectos, como incentivos fiscais, de pesquisa e desenvolvimento, etc.

Tanto a análise de desempenho exposta na seção anterior, como os três principais pilares supracitados possuem interligações, de forma que a mudança em um pode vir a modificar os outros. A justifica primeira para separar desta maneira a eficiência e componentes de um Sistema Tecnológico é possibilitar a identificação de suas deficiências a serem corrigidas bem como suas possibilidade de desenvolvimento. Um segundo aspecto está na possibilidade de tornar clarividentes as projeções com dado arranjo sistêmico, influências internas, externas e as possíveis combinações funcionais.

II.3.2 Obstáculos e fomentos à propagação dos TIS em energia renovável

Tendo variações específicas de acordo com o setor que se aplique, o Sistema Tecnológico teve seu uso massificado na última década do século XX em literaturas ligadas à inovação evolutiva e dinâmica industrial. Sua aplicação surge do consenso subentendido de que a inovação advém da busca heurística por organizar e coordenar a superação de um problema. Uma vez que a metodologia proposta pelo TIS em obter resultados analíticos através da percepção de como os arranjos do setor objeto de estudo e suas interações funcionam, torna-se mais objetivo identificar os entraves necessários de superação e assim galgar patamares superiores de pujança mercadológica (Anna , Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014).

A partir desta identificação das áreas de potencial desenvolvimento e fraquezas, surge a elaboração de modificações por parte das esferas responsáveis. Todavia, a busca por solucionar isoladamente as funções destes sistemas deve ser evitada ao máximo, pois

acaba por não garantir o efeito suficiente se comparado por uma intervenção estrutural. Para esses autores, é através dessa proposição maior amplitude que percebe o dinamismo do setor, que é possível fazer surgir proposições eficientes e definitivas para a solidificação do mercado de energia renovável com grande valor agregado.

Para tornar possível a percepção de mecanismo que bloqueiam a fluidez em questão, uma das opções adotadas pela literatura especializada dedica-se em perceber os estudos de caso das economias consideradas protagonistas na área de energia renovável, para que assim possam ser feitas melhorias de acordo com as melhores experiências do exterior.

A gama de incentivos está elencada no quadro a seguir:

Tabela 2 Mecanismo em TIS

Mecanismos de incentivos	Mecanismos de bloqueio
Criação e difusão de conhecimento novo	
- Políticas governamentais;	- Alta incerteza
- Entrada de novas firmas;	- Conectividade fraca entre os atores;
Fornecimento de recursos	
- Políticas governamentais;	- Falta de legitimidade;
- Entrada de novas firmas;	- Comportamento ambíguo das firmas já estabelecidas;
- <i>Feedback</i> da formação de mercado;	
Orientação da direção da pesquisa	
- Políticas governamentais;	- Alta incerteza
- Entrada de novas firmas;	- Falta de legitimidade
- <i>Feedback</i> da formação de mercado;	- Conectividade fraca entre os atores;
	- Comportamento ambíguo das firmas já estabelecidas;
	- Políticas governamentais;
Criação de externalidades econômicas positivas	
	- Conectividade fraca entre os atores;
Formação de Mercado	
- Políticas governamentais;	- Alta incerteza;
- Entrada de novas firmas;	- Falta de legitimidade;
- <i>Feedback</i> da formação de mercado;	- Conectividade fraca entre os atores;

	- Comportamento ambíguo das firmas já estabelecidas
	- Políticas governamentais;

Fonte: Caufour & Mathias (2016)

Tendo em vista a presença de incerteza em diferentes aspectos do mercado, os agentes ao trabalharem para apurar o exercício de tomada de decisão com base em políticas que visem as necessidades futuras das etapas de produção, distribuição e demanda elétrica, tem-se o ponto fundamental a percepção da complexidade. Outro ponto está a mutação dos fatores no tempo, em que as tendências mudam conforme o mercado se desenvolve. Com isso também torna-se fulcral elaborar políticas coordenadas, bem como flexibilidade interna de suas instâncias e articulação políticas com agentes relacionados.

III. A indústria e inovação em energia renovável: retrato do cenário brasileiro e comparações com países referência no setor

Haja vista a projeção de planos no longo prazo voltados para a produção industrial ecologicamente sustentável em escalas internacionais, o próximo passo desloca-se para o âmbito nacional. A partir da perspectiva instrumentalista de uso da abordagem com a *Technological Innovation System*, o capítulo percebe os movimentos institucionalmente articulados, como projeto de país, ou seus incentivos isolados, em determinada época, a respeito do desenvolvimento de firmas voltadas para a criação de produtos capazes de agregar valor às cadeias de sua produção energética.

Dentro do âmbito de cada estado-nação, por conta das características inerentes a cada um, ao tratar de temas mais restritos e estudos de caso, fazer levantamento dos principais acontecimentos no setor, ou avaliar comparativamente a literatura sobre como políticas energéticas e suas transformações afetam a área, muitas das vezes surge certa dificuldade dada a diferença do desenvolvimento de cada mercado, uma vez que o arranjo entre os agentes em cada caso avança de determinada maneira.

A abordagem do estudo pode ser relativamente distante, mesmo quando se analisa um mesmo tema como, neste caso, perceber as políticas industriais existentes e potenciais. No caso do Brasil, os planos de reforma do sistema de energia nas duas últimas décadas são muito levados em conta para estudo de caso na área (Nouicer, 2015), uma vez que para um sistema de elevada complexidade e magnitude, modifica-lo é algo que requer grande mobilização. Enquanto em estudos de países como a França, o destaque maior vai para as políticas realizadas pela mesma empresa, a EDF, a qual administra boa parte da cadeia de valor de energia do país (Caufour & Mathias, 2016).

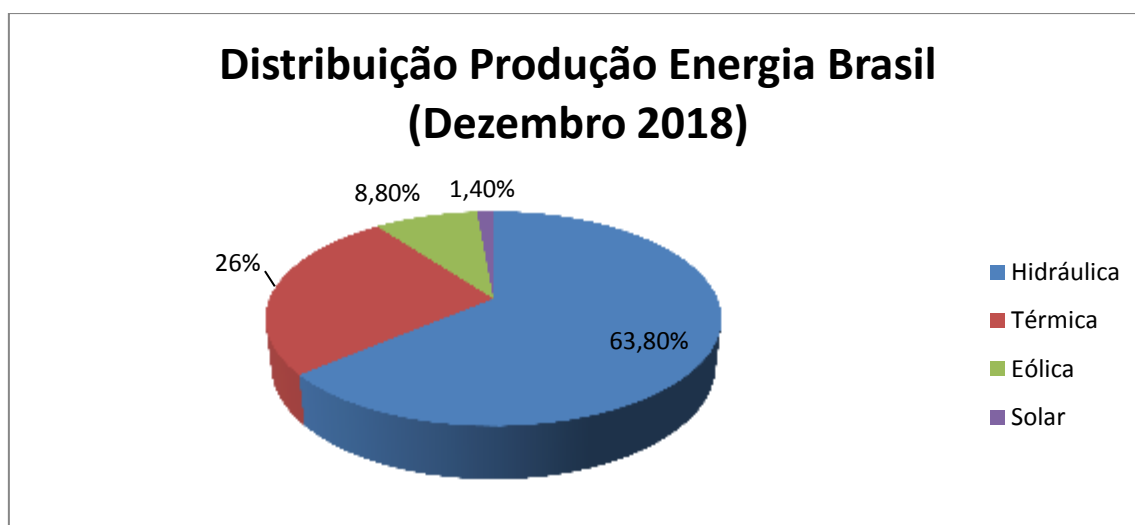
Neste sentido, com base no arcabouço comum proporcionado pela TIS, o presente capítulo tem como objetivo elencar os aspectos melhor desenvolvidos e aqueles que carecem de aprimoramento. Desta forma, pode-se perceber de forma mais aproximada os casos que apresentaram melhor desempenho, as vantagens comparativas entre os projetos nacionais e potenciais projeções.

III.1. Panorama geral da matriz energética brasileira

No sentido oposto à matriz mundial, o Brasil ocupa espaço próprio no contexto energético, principalmente por conta de fontes renováveis naturalmente favoráveis a serem instaladas, como a hidrelétrica. Apesar da configuração de baixa emissão de carbono, pode-se dizer que as condicionantes geográficas e os biomas existentes no país, em sua retrospectiva e também nos dias atuais, atraem investimentos neste modelo de produção energética muito em detrimento de suas vantagens de instalação de algumas fontes ao invés de outras mais poluidoras. Ao invés de tal arranjo ter sido adotado por influência ambientalista ou como parte de um suposto projeto sistêmico de modernização, o que se repara é a frutificação de fontes favoráveis como a hidrelétrica (Dantas, Brandão, & Rosental, 2015). Em um primeiro momento, a conclusão obtida recai sobre o fato de que este padrão de aumento capacidade instalada apresenta-se vantajoso e continua a ser fomentado atualmente pela vantagem econômica e por vetores já da característica ambiental brasileira.

Em Dezembro de 2018, o país apresenta aproximadamente 163 MW de capacidade instalada (Energia, 2018). Em proporções absolutas, a produção energética em si, com base nos dados do MME (2018) pode ser considerada relativamente sustentável, uma vez que 74% é obtido por produção de impacto local e baixa emissão de poluente. Dentro da fração “Térmica”, a produção é feita por vias de gás natural (8%), Biomassa (9%), Petróleo (5,7%), Carvão (2%), Nuclear (1,2%).

Gráfico 1: Matriz energética brasileira



Fonte: Adaptado MME (2018)

A influência do setor, no caso brasileiro, se dá no sentido de oscilação entre momentos de crises agudas, como o apagão durante o ano de 2001 (Grün, 2005), suficiência energética e momentos de discussão entre adeptos de que houve superação do cenário no início da primeira década e os que afirmam, só não ter existido “a pior crise energética da história brasileira” por conta da recente recessão econômica (Polito, 2018). A exemplo disso, a trajetória tarifária recente teve forte oscilação entre 2013 e 2015 (Furquim de Azevedo & C. Serigati, 2015), justificando-se pela política de governo em ajustar o desempenho macroeconômico de curto prazo dentro dos parâmetros esperados. Entretanto algumas consequências como a distorção de investimento e consumo ocorrem, implicando em malefícios para o desempenho econômico.

Dentro das prospecções atuais, muito se fala a respeito de novas plantas de médio e pequeno porte e sua importância que tem no setor hidrelétrico atual no Sistema Interligado Nacional (SIN), como também da continuação da trajetória ascendente dos parques eólicos nos últimos anos. No caso das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), o nível de competitividade relativo às plantas eólicas apresentam menores desempenhos. Por esse e outros motivos, as projeções atuais indicam que em 2030 grande parte do potencial hídrico viável deve ser todo explorado, em contrapartida à tendência ascendente da energia eólica por sua particular complementariedade ao modelo hídrico (Furquim de Azevedo & C. Serigati, 2015).

III.2. Retrospectiva dos incentivos à melhoria do sistema e seus desafios

III.2.1 Panorama dos anos 1990

Com o intuito de superar discussões sobre a aproximação ou afastamento do nível de segurança energética, observar os esforços realizados nas últimas décadas no setor de energia e dar procedência à metodologia analítica da TIS para a realidade brasileira, significa tornar possível a percepção mais precisa dos pontos atingidos e incompletos dentro de cada plano, bem como os aspectos mais frágeis do setor.

Segundo Nouicer (2015), os dois principais sentidos que devem ser considerados como guias para a elaboração da regulação são: o impacto na atividade econômica do ambiente na qual as novas regras são estabelecidas, o que dialoga com o incentivo ao empresariado para investir; e a resiliência do sistema financeiro em adaptar-se aos

novos procedimentos. Para ser considerado um bom arranjo regulatório, deve-se que busca atrair os diferentes tipos de investimentos, para desta maneira se ter diferentes tecnologias de produção no mercado e assim garantir a segurança energética. Para o autor, três aspectos são considerados fundamentais para a formulação de regras para a regulação, os quais são o desenho destas regras – como por exemplo a remuneração do capital; a sua estrutura quanto a geração, distribuição e distribuição nos diferentes meios do mercado energético; e a supervisão sobre o cumprimento ou não dos agentes do mercado em seguir os parâmetros legais.⁴

Neste sentido, com uso de mecanismos de incentivo, a década de 1990 é vista como um período de mudanças importantes no setor de energia. O governo Fernando Henrique Cardoso, em 1995, realiza a 4ª etapa de seu plano de reformas direcionadas à privatização de setores alegados estratégicos para melhoria de eficiência no setor de energia (Silva, 2005). Pela necessidade de diminuir a dívida do setor público, a desestatização no período se fez valer da busca pela captação de recursos para também diversificar a matriz de produção energética e criar autonomia para o atendimento das demandas do mercado, uma vez que a hidroelétrica representava um percentual cerca de 90%.

Para isso, em 1996 (Chagas, 2008), o Governo Federal cria uma série de regras que podem ser enquadradas à TIS – sem explicitar essa finalidade objetivamente – como “entrada de novas firmas”, “busca por formação de mercado” e “criação de externalidades positivas”. Alguns exemplos desta magnitude são a quebra dos monopólios naturais no setor; desverticalização com a separação de empresas entre geradora, transmissora e distribuidora; condenação formal de práticas anticompetitivas; expandir o uso de modicidade tarifária; disvinculação de intervenções governamentais na área através do surgimento de órgãos fiscalizadores, como: a ANEEL, MAE, ONS e CNPE, todos órgãos reguladores ligados ao ramo de atividade com atribuição de fornecer autorizações para investimentos, concessões por leilões, gestão de contratos, mediação de conflitos, P&D, entre outros mais (ANEEL).

No caso das instâncias reguladoras, como a ANEEL, em muitos momentos desde sua criação pode-se perceber esforços em estimular surgimento de novos empreendimentos na cadeia produtiva renovável através de ajustes, hora de menor abrangência, hora de

⁴ Fonte bibliográfica inválida especificada.

impacto mais generalizado. Tais incentivos à inovação seguem a garantia descrita até aqui, que é o resguardo por intermédio de leis e resoluções, a exemplo da “Normativa ANEEL nº482/2012” que determina o funcionamento do mercado de energia distribuída a partir de “energias renováveis ou cogeração qualificada” (SRD, 2015) conciliando o adiamento de investimentos em expansão e distribuição tradicional ao mesmo tempo que garante inovações promovedores de otimização financeira e a autosustentabilidade sistêmica.

Neste caso, o funcionamento se dá através do chamado “autoconsumo remoto” – que permite o uso futuro da energia não consumida dentro do mês produzido; o uso compartilhado de energia entre condôminos; e também na “geração compartilhada” – consórcio de micro ou minigeração distribuída para diminuição das fatras consorciadas (SRD, 2015). Outras áreas importantes do sistema energético também são em boa parte de responsabilidade da ANEEL, como diferentes projetos em P&D e eficiência energética em energia renovável, através de aproximações com firmas nacionais existentes, entrantes e também as internacionais em seus “Projetos de Chamada Estratégica”, “Rede de Inovação no Setor Elétrico (RISE)”, “Programa de eficiência Energética” e “Medição e Verificação” (SPE, 2015).

Resumidamente, mesmo o período referente da última década do século XX ter sido de mudanças considerável para o setor de energia nacional, estas modificações ocorrerem muito mais na lógica institucional e modificação entre a participação pública para privada. Todavia, no que diz respeito às iniciativas voltadas à energia renovável, vale destacar que muitas desse órgãos criados foram aqueles que futuramente viriam a desenvolver empreitadas como o Proinfa e “*power purchase agreement*” (PPA) e outros mais, com envolvimento direto de instituições como a ANEEL criada à época.

III.2.2. Apagões de 2001: comparativo entre Brasil e Califórnia

Mesmo com considerável modificação no setor, em 2001 aconteceu a crise de maior impacto no mercado elétrico por conta de problemas como as secas persistentes (Nouicer, 2015). Junto à falta de infraestrutura adequada, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) torna urgente a necessidade de racionamento de energia para evitar o esvaziamento das usinas hidroelétricas. Para isso, ao invés da adoção da indisponibilidade elétrica (Chagas, 2008), foram usadas bonificações como incentivo à poupança dos consumidores, sendo 20% aos residenciais e 25% aos industriais.

Dentro dos mecanismos de bloqueio, as falhas consideradas nesta ocasião podem ser as políticas governamentais, uma vez que não se evitou a falta de energia em amplitude nacional por longo período – corroborado por momentos como em que o próprio presidente afirmou ter sido surpreendido pela situação (CBN, 2016), além da criação de tarifa compulsória como forma de estímulo ao racionamento em si, já detalhada, por não se obter captação de investimentos suficientes – e também o comportamento ambíguo das firmas estabelecidas, pelo desempenho de energia abaixo do esperado.

Em detrimento da proximidade temporal e temática, a crise energética no estado da Califórnia (2001) pode ser vista como momento explícito de aproveitamento de crise como propulsora para transição processual de energia limpa a partir da articulação pública em projetos deste tipo. Neste caso, através do *government-led* com *supply side policies*, os Estados Unidos experimentam um caso bem-sucedido de desenvolvimento e propagação de novas tecnologias no mercado de energia (Mathias & Rodriguez, 2016).

Por conta do estresse agudo no setor, surgiu para além das medidas imediatas de *demand response* e *smart metering* – consideradas políticas iniciais para superar e evitar novos momentos de escassez energética, através da dinamização no controle e percepção da demanda– o planejamento estrutural com objetivo de superar os gargalos da rede de energia estadunidense. Neste sentido, em 2007 surge a legislação “*Energy Independence and Security Act of 2007 (EISA)*” a qual recebe destaque em meio a outras medidas pela escala de incentivo nacional de modernização da rede de modo a atrair investimentos de grupos estratégicos. Alguns exemplos de medidas do EISA são: aumento do uso de tecnologias da informação; implementação de tecnologias avançadas de armazenamento e suprimento de pico de demanda; tecnologias inteligentes por medição (Mathias & Rodriguez, 2016).

Pouco tempo depois em 2009 surge também a *Smart Grid Policy Statement* a qual formaliza a criação da rede inteligente nos EUA, fruto da modernização no setor e pode ser considerado como estágio mais avançado do plano nacional de rede elétrica que é a automação por meio de aparelhos de alta tecnologia para equilíbrio do mercado de forma a diminuir o grau de intervenção externa na gerência entre fornecimento de demanda energética. Além deste primeiro, outro marco de elevada importância para o crescimento das redes inteligentes estadunidense foi o “*American Recovery and Reinvestment Act of 2009*”. Apesar de o plano ser voltado ao estímulo da infraestrutura via investimento, a área energética recebeu priorização., recebendo U\$4,5 bilhões em

desenvolvimento das *smart grids* para suficiência energética, principalmente em *demand response* e *energy storage* (Mathias & Rodriguez, 2016).

Estes dois momentos de 2007, com o EISA, e 2009 com *American Recovery and Reinvestment Act*, representam momentos centrais em meio a propostas continuativas que complementam a política energética de aprimoramento energético e toda sua cadeia produtiva até o consumidor final, a exemplo de medidas como a consolidação do mercado pela “*Policy framework of the 21st Century Grid (2011)*” com objetivo de aumentar a inovação no setor elétrico, segurança da rede, fluxo de informação útil ao cliente, seu poder de decisão e crescente eficiência sistêmica (Mathias & Rodriguez, 2016).

Comparativamente, sob a sistematização da TIS, tanto a crise no Brasil quanto no Estado à oeste dos EUA possuem proximidades quanto à “fraca conectividade entre os atores”, “alta incerteza” e “políticas governamentais falhas”. Entretanto, certos desempenhos permitem perceber o grau de avanço no caso do sistema californiano por quesitos como “*Feedback de formação de mercado*” e “Forte conectividade entre os atores” pelos índices já existentes e uso de energia, como a solar que está muito próximo aos 50% da matriz energética em 2018 (Reis, 2018) e com metas para 100% até 2045 (EFE, 2018) no uso de fontes renováveis na matriz energética, enquanto no Brasil a energia solar representa 0,1036% do total de energia produzida (Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2018) e 45,3% em renováveis. Além disso, foram criadas leis de impacto direto no mercado, como a obrigatoriedade de uso de painéis solares em residências a partir de 2020 (Chediak, Gopal, & Eckhouse, 2018). O resultado do progresso é refletido na capacidade total instalada comparada de renováveis, com 93 GW nos EUA, contra 15 GW, em 2016 (Barbosa, 2016), sendo que a Califórnia em si contribui com 8% com a energia dos EUA com produção eólica e solar.

III.2.3 A reforma de 2004

Motivo de campanha presidencial para o primeiro mandato do ex-presidente Lula (Nouicer, 2015), este momento foi visto como a elaboração de uma contrarreforma com objetivo de aperfeiçoar aquilo que foi feito anteriormente no sistema. Neste período surgem: Empresa de Planejamento Estratégico (EPE), responsável pela estratégia de longo prazo no setor elétrico; Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) para a comercialização dentro de cada parte do setor; Comitê de Monitoramento do

Setor Elétrico (CMSE), responsável pela segurança e continuidade do suprimento elétrico em todo território nacional, acompanhando as atividades do setor. Neste auxílio, foram criados instrumentos de mercado como Ambiente de Contratação Regulada e Livre.

Figura 1: Rede de instituições no setor de energia do Brasil



Fonte: (CCEE)

O que se pode destacar deste momento é a ampliação do mercado de energia no Brasil, o principal objetivo foi garantir a segurança energética ao mesmo tempo que se estabilizasse os preços de energia. Para isso muitos contratos anteriores de curto prazo foram renegociados para o longo prazo, facilitando na negociação da eletricidade (Nouicer, 2015).

III.3 Os instrumentos políticos de combate à mudança climática

A Política Nacional de Mudanças Climáticas, surgido em 2007 como um Comitê Interministerial liderado pela Casa Civil (MMA, 2007), é o compromisso estabelecido voluntariamente pelo Brasil junto às Nações Unidas para reduzir sua emissão de gases de efeito estufa entre 36.1% e 38.9% (MMA, 2009), podendo ser considerado o principal conjunto político de larga magnitude incentivador da economia verde. O plano busca atuar tanto no nível interno, quanto nas negociações internacionais, no sentido de tornar harmonizar as políticas públicas e eficiência do uso de recursos naturais, científicos, tecnológicos e humanos (CLIMA, p. 5, 2007).

Em mais um momento de influência dos acordos climáticos multilaterais, o Relatório toma como base os objetivos do Protocolo de Quioto, de 1997 (CLIMA, p.15, 2007). O documento também reconhece a tendência no crescimento de emissão de poluentes durante o crescimento econômico dos países em desenvolvimento a partir da busca por

políticas que diminuam a pobreza, como levar eletricidade às áreas rurais e remotas. Mesmo sem a obrigação estabelecida em termos numéricos, o país se mantém ativo nas políticas que diminuam a poluição ao mesmo tempo em que permita o desenvolvimento. Estas mudanças são garantidas através de incentivos governamentais (Nouicer, 2015) em energia renovável, combate ao desflorestamento, aumento do P&D, uso crescente em 11% a.a. no consumo de etanol, etc.

No ano seguinte à criação, foi criado o Fundo Amazônia (Amazônia, 2008), parceria entre Brasil e Noruega e gerido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o qual representa um dos principais alicerces ao meio ambiente na região amazônica com 103 projetos ambientais apoiados. Além deste fundo, PNMC distribui atribuições, como financiamento, engajamento público e coordenação intergovernamental (Unterstell, 2017), além de apoiar o uso da regulamentação e de políticas de aprimoramento, atuando como uma política pública de diferentes fases sequenciais e interligadas. A partir de então foram criados diferentes arranjos institucionais de diferentes atuações, e como toda política pública, cada um destes possui a necessidade de identificar os problemas, criar agenda, formular soluções, executar plano de ações e aprimorar o projeto em questão.

Na tabela dois em Anexo são separados alguns exemplos de instrumentos legais federais vinculados ao PNMC (Unterstell, 2017) que tornam possível diagnosticar o nível de desempenho dentro de Technological Innovation System (TIS) através dos mecanismos de incentivo e bloqueio. Em cada “Autoridade” separada no quadro, realizou-se uma série de levantamentos sobre aspectos de desempenho como “atividade”, “transparência”, “orientação de resultados”, “representatividade” e “legitimidade”, com suas observações descritas em “observações”. Segundo Unterstell (2017), entre 2009 e 2017 foram criados 34 colegiados, sendo cinco dentro da Lei 12.187/2009, separados por funções de “formação de agenda e formulação”, “prática”, “regulação”, “monitoramento” e “assessoramento científico”.

Por conta da ausência de liderança executiva na PNMC que crie plano e governo para convergir ações a respeito do tema (Unterstell, 2017), o desenvolvimento do projeto em diferentes partes que o compõem, ora para a Convenção-Quadro, ora para a convenção internacional, ou para fazer valer a diretriz da política nacional estabelecida por lei, compromete-se por não existir um norteammento estratégico que organize o avanço do

projeto de forma a garantir sua solidez. Dentro de destaques de auditoria feita pelo TCU, a excessiva pulverização do Plano Clima, fez com que se perdesse a capacidade de execução das ações propostas, além de problemas com monitoramento disperso e com diferentes finalidades, com a ausência de banco de dados que permitisse um estudo completo de desempenho. Quanto à avaliação pela TIS, o que se pode observar é também a presença constante de Mecanismo de Bloqueio principalmente ligados à incerteza e falta de conectividade entre os atores, o que dialoga diretamente com as conclusões do Tribunal de Contas da União elencado anteriormente. Por conta da falta de informação coletada, foram feitas classificações com “N/A” em que nada é possível de se afirmar (Unterstell, 2017).

III.4 Medidas de apoio à estruturação de energia renovável

Após a reforma de 2004 e criação das instituições da EPE, CMSE e CCEE, para além dos instrumentos burocráticos da administração pública federal na busca pelos incrementos na produção sustentável de energia, existem também os programas incentivadores de iniciativas ligadas ao empreendedorismo, à iniciativa privada com relativa autonomia dos agentes em relação ao meio público, com a criação de programas que busquem agregar mais a dinâmica de novas energias no setor, além da criação de novos ambientes de negócios para celebração de contratos. A seguir foram separados alguns das principais frentes neste sentido.

III.4.1 Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia

Originado pela Lei nº 10.438/2002, o Proinfa tem o objetivo de aumentar a presença de fontes alternativas renováveis na matriz energética brasileira, dando preferência aos empreendedores sem vínculo de sociedade com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição (ANEEL, 2015), e com meta de 10% em toda demanda de energia elétrica no Brasil em até 20 anos desde a criação do programa. As cotas são calculado de acordo com o Plano Anual do Proinfa (PAP), de responsabilidade da Eletrobras, determinado pelo poder executivo e encaminhado à ANEEL, sendo pago pelos consumidores finais – sejam estes cativos ou não – o que contribui para a sustentação e atratividade dos produtores independentes para a rede de energia sustentável (Nouicer, 2015).

Focado no estímulo à geração por meio das usinas eólicas, de biomassa e PCHs, o programa estruturado pelo Ministério de Minas e Energia tinha entre suas metas 60% de nacionalização dos empreendimentos para incentivar a indústria de base dessas opções de produção (Diniz, 2018). Após nove anos de existência, o Proinfa apresenta atualmente 119 programas, entre 41 eólicos 59 PCHs e 19 térmicas à biomassa (Diniz, 2018).

Por conta do arcabouço regulatório pré-existente ao programa como a obtenção de licença ambiental e questões afins, como direito de propriedade e problemas na interconexão do sistema (Diniz, 2018), a operação do projeto foi postergada para o ano de 2011. Em seguida à execução, a fonte eólica apresentou evolução consideravelmente acima de seu histórico, com 1430,5 MW para 18157,3 MW de capacidade instalada. Além do crescimento de eficiência de tal fonte, auxílios do Ministério da Fazenda (MF) reduziram os custos de instalação e produção no país (Diniz, 2018), e financiamento do BNDES em 71 projetos ao valor de R\$25,2 bilhões, tornando a fonte com elevado nível de competitividade no mercado. Apesar do balanço positivo, algumas análises destacam também aspectos frágeis do projeto de participação do BNDES no desenvolvimento de energia eólica, tais como: a competitividade quanto ao preço foi mal explicitada, ausência de estudos de custo-benefício e baixa conectividade entre a promoção de renováveis e a política de conteúdo local - oscilação considerável na contratação de energia eólica, dificultando o estabelecimento de fornecedores domésticos. (Losekann & Hallack, 2018).

Em termos práticos, o programa dividiu-se em duas etapas. A primeira despreendeu-se principalmente nas fontes eólicas, PCHs e de biomassa, tendo superado as expectativas de produção eólica dos 1100 GW e destaque para a região Nordeste – 56,6% de toda potência eólica contratada para a primeira fase – o que significa diminuição do risco de escassez energética. Os principais entraves na primeira fase do Proinfa foram a falta de capacidade financeira por parte considerável dos empreendedores e insuficiência na capacidade produtiva dos fornecedores de equipamentos no país (Dutra & Szklo, 2015) - o que comprometeu período estipulado inicialmente - provocando a revisão de alguns projetos e arranjos societários, configurando momento de “mecanismos de bloqueio” dentro do sistema de informação tecnológico (Dutra & Szklo, 2015). A segunda etapa, por sua vez, teve enfoque em regras que definissem políticas industriais e índices de desempenho do mercado para então diminuir a incerteza no longo prazo dos

investidores quanto às mudanças da segunda para a primeira fase. Nota-se então, a busca por redução nos quesitos de “comportamento ambíguo das firmas já estabelecidas”, “incerteza” e “falta de legitimidade” dentro do arcabouço teórico da TIS.

Por fim, a criação da Lei nº 10.848/2004, do intitulado “Novo Modelo do setor elétrico” baseia-se em regras estáveis, segurança e modicidade tarifária. A modicidade tarifária caracteriza-se por “leilões públicos onde vence aquele agente que oferecer a menor tarifa ao consumidor” (Dutra & Szklo). Ou seja, o crescimento do sistema acontecerá relativamente com o menor custo dentro da realidade do mercado nacional, ao mesmo tempo em que os investidores em empreendimentos de geração terão a seu favor o estabelecimento de relações de longo prazo. Para isso, o “novo modelo” do setor elétrico brasileiro criou a existência de dois ambientes de contratação: Ambiente de Contratação Regulada – ACR e Ambiente de Contratação Livre – ACL.

III.4.2 Ambiente de Contratação Livre e Ambiente de Contratação Regulada

O Ambiente de Contratação Livre (ACL), via Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004, estabelece a comercialização de compra e venda entre agentes vendedores e de distribuição – geradoras, comercializadoras, consumidoras livres e especiais (Elétrica, 2016) – em contratos bilaterais livremente acordados, de acordo com regras e etapas de comercialização específicas (SRM, 2017). Desde sua criação, aumentam iniciativas voltadas à autonomia dos agentes de mercado, o que pode ser considerado como positivo em relação à fomentação da TIS em fatores como “conectividade entre os agentes”, “entrada de novas empresas” e “*Feedback* de formação de mercado” projetam positivamente a TIS neste aspecto.

Outro mecanismo econômico legal praticado no mercado energético é o Acordo de Contratação Regulado (ACR). Diferentemente do ACL, este por sua vez inclui todos os consumidores considerados “cativos” que pagam mensalidade – inclui serviço de distribuição, geração e tarifas (Nansen, 2016) – recebendo a energia por meio de uma concessionária. Podem participar deste mercado as geradoras, distribuidoras e comercializadoras, as quais só podem negociar energia nos leilões existentes. A contratação pode ser realizada através de leilões promovidos pela CCEE, com delegação da ANEEL e podem ser vistos como incentivadores à adoção de energia renovável (CCEE, 2019).

III.4.3 Retratos em novas energias renováveis e diferentes momentos das políticas energéticas e industriais

Tendo visto o potencial singular brasileiro em obtenção energética via recursos tanto eólico quanto solar, esta seção busca fazer um levantamento geral de algumas das principais medidas voltadas para o quesito de obtenção de energia renovável para além do Proinfa, já supracitado. Além da participação no Proinfa, o Banco Nacional do Desenvolvimento também veio a participar nas chamadas “políticas de conteúdo local” (PCLs) específicas para energia renovável. Enquanto a política eólica veio a se desenvolver exponencialmente desde 2006, as ações locais de energia solar começaram apenas em 2017 (Losekann & Hallack, 2018).

Algumas medidas iniciais estabelecidas para captação de fontes alternativas de geração tiveram sua evolução direcionada ao longo do tempo. Em um primeiro momento, principalmente pela fonte de energia por vento, foram praticados leilões voltados especificamente para as fontes renováveis nos chamados “leilões de fontes alternativas (LFA)” e “leilões de energia de reserva (LER)”, para então participar junto às outras fontes de energia após ganhos de competitividade necessários, como os leilões A-3 e A-5, além de articulações entre governos federal e estaduais com estímulos fiscais – via isenção de impostos de Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e ICMS – para instalação de fornecedores de equipamentos e vinda de investidores no ramo eólico da atividade (Losekann & Hallack, 2018). Apesar de relativa desaceleração da expansão de compras destes parques, o cenário do mercado vem apresentando quedas nos custos de contratação, de R\$240,00 megawatts-hora para R\$120,00 megawatts-hora, por quesitos como as consideráveis condições naturais favoráveis de produção, e fator de uso superior à média mundial de 24% contra 38%, em território brasileiro (Losekann & Hallack, 2018).

No caso mais específico da energia fotovoltaica no Brasil, por um lado deve ser feita a separação entre as instalações para residências, zonas comerciais, e plantas de porte similar, do outro são as de maior proporção, são as chamadas geração “centralizada” e “descentralizada” (Canal Energia, 2018). Esses dois tipos muitas das vezes são concorrentes no mercado devido à necessidade do consumidor em optar entre os custos do modelo centralizado, em que se compra a energia da rede, ou se é mais vantajoso produzir a própria energia (Losekann & Hallack, 2018).

No caso dos contratos de energia solar comercializado no Brasil, seus leilões são comercializados em leilões de reserva, com objetivo de aumentar a segurança energética no Sistema de Integração Nacional (SIN). Em outras palavras, significa ficar à disposição dos agentes responsáveis por prever o nível de fornecimento energético por outras fontes para então recorrer à fotovoltaica (Losekann & Hallack, 2018). Resultado disso é a oscilação no gráfico na conta da energia de reserva antes e após nos momentos entre os anos 2014 e 2016 (Losekann & Hallack, 2018).

Se por um lado existem políticas voltadas à produção de conteúdo local e nacionalização progressiva dos equipamentos, processos e componentes requeridos pelo principal banco financiador desse tipo de infraestrutura que é o BNDES, por outro existem dificuldades por parte das empresas participantes do programa disponibilizado pelo banco. Exemplo disso são alguns aspectos operacionais, como as características específicas da energia solar e ausência de política energética solar no longo prazo no país, restritos aos leilões de reserva de energia (Losekann & Hallack, 2018). Por se tratar de um setor dependente de articulações de grande escala, essa oscilação acaba por dissipar um estímulo que deveria ser constante e crescente para se tornar robusto em termos de mercado.

No caso da geração distribuída, esta apresenta exponencial desenvolvimento principalmente a partir de 2014 com 122 conexões do tipo, para 9876 em 2017 (Losekann & Hallack, 2018). Este crescimento pode ser associado à importante resolução normativa pela ANEEL de 2012 - com a regulamentação da micro e mini geração distribuída no país – e a nº482/2015 que permitiu a instalação da fonte solar distribuída longe dos pontos de consumo, podendo ser cadastrada como “autoconsumo remoto”, “geração compartilhadas”. Ambas as regulações colaboram para o surgimento de novos negócios destinados a esse tipo de fonte energética.

Por mais que se tenha aumentado em muito as produções solar e eólica nos últimos anos, estas representam ainda muito pouco da matriz energética nacional (MME, 2018). Uma forma de captar alternativas para formação dos sistemas de energia com alta tecnologia e de indústria bem desenvolvida é através da percepção de como estes mercados avançados realizaram suas diferentes políticas para o crescimento desse tipo de fonte de energia.

III.5 Casos de sucesso e insucesso em TIS

No caso francês, a pesquisa pública tinha tradicionalmente todas suas etapas centralizadas pela instância pública, o que inclui as etapas: estratégica, financiamento, execução e pesquisa. Após a década de 1990 algumas reformas foram efetuadas no sentido de atrair a presença de diferentes organismos no processo de inovação industrial, como por exemplo, a presença do ensino superior em etapas de P&D junto à empresas através de financiamentos específicos em pesquisa, treinamentos, estruturais e laboratórios próprios ao ramo, entre outros mais. Ao mesmo tempo, foram criados núcleos próprios para trazer o desenvolvimento na prática, que se traduz no fomento à competitividade através de instalações próximas de pequenas e grandes empresas, laboratórios, institutos de capacitação, todos com ação harmônica com as instâncias públicas (Caufour & Mathias, 2016).

Além destas modificações em primeiro plano, houve formulações das etapas consequentes ao processo de criação, que foram os “*démonstrateurs de recherche*” e “*programme d’investiments d’avenir*”, dedicados à testar na prática o desempenho dos produtos, ou sistemas, de inovação de forma a perceber seus desempenhos, e à pesquisa de excelência no ensino superior, respectivamente (Caufour & Mathias, 2016). Dando sequência à coordenação do setor de energia francês, em 2015 foi formalizado o programa de transição energética para o crescimento verde (“*transition énergétique pour la croissance*”) (Caufour & Mathias, 2016), o qual representa mais um incremento de grande impacto em todo funcionamento do setor de energia e nichos a ela ligados, criando base para novas frentes econômicas ligados à economia circular, desenvolvimento do transporte de baixa emissão, fontes renováveis na produção energética, e promover a proximidade entre o Estado e a população através de atuações conjuntas.

Como o avançar de qualquer melhoria passa pelo contato com desafios naquilo que se está buscando superar, no setor de energia acontece a mesma situação em diferentes aspectos. Algumas de suas principais barreiras identificadas no caso da rede na França incluem: dificuldade de articulação em planejamento, no que diz respeito à evolução do sistema através de índices ou métodos que garantem sensibilidade na relação de custos e benefício; conciliar os instrumentos e fluxos de produção existentes com as ferramentas criadas; e análises pertinentes aos comportamentos dos agentes do sistema. Por conta da

tradicional presença do poder público no ramo de eletricidade, em todas suas etapas processuais, para dar boa continuidade ao aprimoramento da área de energia a influência pública passa a ser vital neste processo. E para tal, o governo francês vem apresentando políticas públicas que reforçam da composição do sistema tecnológico, tais como: estratégia governamental de longo prazo para a composição elétricas e assim estipular metas factíveis e importantes para as melhorias; criação de uma regulação ampla e condizente ao que se espera de estímulos no mercado; melhorias no manuseio de dados de forma a tornar o setor cada vez mais inteligente; apoio à padronização da rede de forma a ter melhor disseminação das inovações durante implementação; entre outros mais.

Ao aderir novamente a perspectiva analítica da TIS, o que é percebido no caso francês é um caso evidente de uso amplo dos aspectos que compõem esta visão. Em um uso mútuo das frentes ligadas às “Políticas Governamentais” a qual está sempre buscando a “Alta legitimidade” do sistema que está sendo modificado, seja a partir da “Entrada de outras firmas”, como no caso de estímulo à competitividade com os polos criados, ou com o “comportamento bem definido” através de um robusto arcabouço regulatório que concilie o projeto de Estado com o conflito de interesse dos agentes ao longo da trajetória de execução do projeto.

O caso energético francês então pode ser classificado como capitaneado pelo quase monopólio da EDF, como também pela presença pública no desenvolvimento da rede em casos como da empresa reguladora CRE (Caufour & Mathias, 2016). As metas do regime energético na França estão fortemente vinculadas às metas do bloco europeu, o qual estimula objetivos ousados para a descarbonização em toda atividade econômica, sobretudo na transição da matriz energética vigente para a renovável.

Outros arranjos nacionais, mesmo dentro do contexto da diretriz europeia ou com relativa proximidade geográfica, também apresentam quesitos diferenciáveis no que diz respeito ao desenvolvimento do Sistema de Informação Tecnológico. A começar pelo cenário alemão, caso considerado mais robusto dentro dos fatores importantes da TIS, em que os atores do lado da oferta estão posicionados na liderança de mercado como na produção via energia eólica, apresentando pujança em inovação na área, tendo também apenas 39% das instalações nesta área da energia renovável, o que explicita a presença de diferentes firmas no mercado. Também existem fatores como o nível de *expertise* no

ramo renovável da energia alemã no exterior por conta da falta inicial de incentivo doméstico (Anna , Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014).

Outros mercados próximos apresentam maior nível de fragilidade em sua composição, mesmo com boa desenvoltura para propagação de informações importantes por conta de parcerias com o ensino superior e com empresas transnacionais alemãs, como é na Holanda. Sua atuação em prol do mercado interno pelas instâncias responsáveis em guiar a política energética, o que também dificulta a formação de mercado, apresenta-se com falhas consideráveis, especialmente no setor eólico – para comparação justa através de uma mesma fonte (Anna , Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014).

No caso britânico, no que tange à legitimidade do mercado de energia renovável, a condução pública via arcabouço jurídico, e atratividade para formação de mercado podem ser vistos como os pontos mais consistentes do processo de transição energética do Reino Unido. Tais atributos são destacáveis por conta das mudanças estruturais robustas através de um redirecionamento das indústrias baseadas tradicionalmente no uso carvão para fontes processualmente diferentes, sendo o que falta é a percepção dos agentes em perceber seu mercado em suas minúcias devido a falta de integração e homogeneização tanto nas plantas já instaladas quanto a comparação com a recente tecnologia verde (Anna , Hekkert, Coenen, & Harmsen, 2014).

Resumidamente, o que se percebe é que, além de questões técnicas específicas, como a interligação dos agentes, compartilhamento do conhecimento entre as firmas, ou incerteza para os investidores, o vetor histórico na formação de energia acaba por possibilitar mais, ou menos, determinada composição dentro da TIS. Nesse sentido, é necessário enfatizar mais uma vez a importância de um ambiente legal que seja harmonioso com as demandas existentes e potenciais entre as firmas e os consumidores, para assim alcançar as metas desejadas.

IV. Conclusão

O trabalho investigativo desenvolveu-se no sentido de identificar a lógica funcional em questão para que desta maneira se perceba com maior clarividência quais os motivos que deram início às ações voltadas à diminuição de poluentes na área de energia no Brasil, as principais transformações industriais e tecnológicos nacionais, e suas projeções vindouras. Sendo assim, buscou-se posicionar o cenário nacional sobre energia renovável frente ao que pode ser considerado o centro do mercado mundial na área. Esta busca foi feita muito por conta da potencialidade existente, tanto no aspecto geográfico quanto na riqueza natural inerente em todo território nacional. Em outras palavras, tendo em vista a oportunidade de se estar entre os principais *players* de um mercado já considerável, e ainda de potencial crescimento, quis se perceber o proveito brasileiro neste contexto favorável.

Dentro da perspectiva histórica explicitada pelos acordos climáticos mundiais, as mudanças necessárias a estabelecer em prol de uma matriz energética mundialmente considerada de baixo carbono passam necessariamente pelo investimento em tecnologias que permitam implementar nas cadeias industriais procedimentos cada vez mais eficientes e produtivos, de forma que reduza os custos para aqueles que adotem tais instrumentos que representam maiores rentabilidades ao mesmo tempo que se garante a sustentabilidade. Com isso, os conflitos de interesse tendem a diminuir, pois o nível de consumo energético pode ser o mesmo ou aumentar, o que significa permitir de maneira ambientalmente responsável incrementos na competitividade entre os ramos econômicos que dependem direta ou indiretamente da energia para sua produção.

Mesmo com o papel fundamental de regras formais neste processo, a questão instrumentalista como facilitadora do processo analítico de setores tão complexo quanto o energético tem também a mesma importância. Com isso, a Technological Innovation System ocupa muito bem a posição de homogeneizar os parâmetros para um diagnóstico eficaz daquilo que já se está bom, como também os aspectos que precisam ser melhorados. Desta forma, a troca de informação entre os países, firmas, investidores, e outros agentes mais torna-se muito mais facilitada, o que também contribui para um quesito que a própria TIS valoriza: a criação de externalidade econômica positiva. Esta por sua vez se dá pela criação de maior atratividade por investimentos, a partir da facilitação na comparação entre os mercados pelo mundo, atraindo também firmas para

os mercados mais promissores, formando mercados e diminuindo a incerteza dos agentes.

No que diz respeito aos posicionamentos brasileiros nas políticas industriais e inovadoras, muitos já foram os momentos de mobilização para a produção de energia ecologicamente correta. Por outro lado, o que se constata é que o envolvimento nacional de uso de fontes energéticas como a hidroelétrica ocorre muito mais por conta da munificência dos recursos naturais favorecerem a adoção de mecanismos como esse. Por mais que o Brasil seja uma das principais potências no ramo, sua trajetória – como na criação de órgãos de regulação, incentivo, estabelecimento de metas, e etc – acaba por comportar-se mais no sentido reativo às tendências que mercado global dispõem, ou por questões de demandas internas. Muito já foi feito nos últimos anos, todavia por se tratar de quebra das estruturas desinteressantes para a energia em vigor do país, a ampliação em quesitos como a aproximação de universidades para criação de ferramentas atrativas ao mercado, bem como o incentivo de solidificação de players mundiais certamente permitirá afirmar com maior convicção a posição de vanguarda tecnológica mundial do país no que diz respeito às cadeias produtivas e os produtos advindos desta crescente modificação no mercado renovável de energia.

Anexo

Tabela 3: conferências globais do clima 1

Historiografia principais acordos climáticos:	
Conferência	Principais realizações
Primeira Conferência Mundial do Clima (1979)	Organizado pela organização Mundial de Saúde, teve objetivo de discutir pautas referentes à economia, agricultura, recursos hídricos, energia e biologia
Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (1988)	O painel, que pertence à ONU, resume e publica sobre mudança climática a nível mundial.
Segunda Conferência Mundial do Clima (1990)	Redirecionamento para aprimorar as decisões tomadas na 1ª conferência, a partir de novas pesquisas sobre aquecimento global.
ECO 92 (1992)	Sendo um marco como o primeiro tratado internacional vinculativo, a conferência reuniu chefes e autoridades fundamentais para a centralização do tema como grande importância no cenário internacional. Neste encontro criou-se a “Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima”
Mandato de Berlim (1995)	Primeira conferência da UNFCCC, a COP1. Suas principais resoluções foram o fortalecimento dos países industrializados no controle das mudanças climáticas. Estabeleceu-se um acordo com prazo de dois anos para a criação para negociação de um acordo com metas de redução de gases poluidores.
Protocolo de Kyoto (1997)	Fruto do “Mandato de Berlim”, cria compromissos ambientais legais com os países desenvolvidos, específicas à cada país, com base em 1990

RIO+10 e Declaração de Johannesburg (2002)	Endossa e atualiza as resoluções anteriores, ampliando o desenvolvimento sustentável para além do aquecimento global.
Flexibilização do Protocolo de Kyoto (2008)	3 mecanismos de flexibilização que deu surgimento ao mercado de “crédito de carbono”*
Declaração de Copenhague (2009)	Falta de consenso por conta da tentativa de abranger as metas de redução de poluentes para além dos países industrializados. Surgiu uma declaração genérica sem vínculo legal e sem detalhes de como implementar os objetivos.
Declaração de Cancun (2010)	Formaliza e expande os objetivos de Copenhague, entretanto sem caráter vinculativo.
Plataforma de Durban (2011)	Movimento realizado no sentido de dar continuidade ao protocolo de Kyoto. Enfraquecimento do acordo e retirada de países como o Canadá, alegando enfraquecimento por conta da saída de EUA e China.
Emenda de Doha (2012)	Dar continuidade ao protocolo de Kyoto teve pouca adesão entre os Membros.
Acordo de Paris (2015)	No lugar da obrigatoriedade de redução dos gases estufa, este acordo busca engajar ações voluntárias e transparentes. Principal meta é conter a temperatura global em até 2°C em relação ao período pré-industrial, dando apoio aos países menos desenvolvidos e acompanhar o desempenho das metas estipuladas.
Acordo de Paris entra em Vigor (2016)	Meta de ratificação é alcançada e acordo entra em vigor. OBS: EUA articula-se para deixar o Acordo com saída para Novembro de 2020.

Fonte: Adaptada de Quadros, Jornal NEXO, 2017 *representação de 1 tonelada de carbono.

Tabela 4: Diagnóstico Institucional

Autoridade	Papel Exercido	Função	Diagnóstico	Avaliação em TIS
Comitê Interministerial (CIM)	Alinhar iniciativas de governo pertinentes ao curto prazo e ao Plano Clima	Agenda e formulação Coordenação Avaliação e monitoramento	Inefetivo e não transparente	Incerteza, comportamento ambíguo, conectividade fraca entre os atores e falta de legitimidade;
Grupo Executivo (GEx)	Alinhar iniciativas em nível técnico e Praticar deliberações do CIM	Agenda e Formulação Coordenação	Inefetivo e não transparente	Incerteza, comportamento ambíguo, conectividade fraca entre os atores e falta de legitimidade;
Comissão Interministerial (CIMGC)	Validar projetos; Coordenar e integrar as ações climáticas de diferentes ministérios	Agenda e formulação Regulação (Seroa da Motta, 2010) Coordenação Avaliação e monitoramento	Efetivo e transparente	<i>Feedback</i> da política pública;
Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC)	Produzir orientações estratégicas; mobilização da população; monitoramento da política	Agenda e formulação Avaliação e monitoramento Coordenação sociedade governo	Inefetivo, transparente e sem memória	<i>Feedback</i> da política pública; presença de incerteza; comportamento ambíguo entre os atores;
Núcleo de Articulação Federativa para o Clima (NAFC)	Promove diálogo entre os governos estaduais e federais para definição de uma agenda de trabalhos sobre a Política Nacional sobre Mudança do Clima	Agenda e Formulação Coordenação vertical	Inefetivo e não transparente	Alta incerteza; falta de legitimidade; comportamento ambíguo; etc
Núcleo de Pensamento Estratégico sobre Mudança do Clima (NPE)	Contribuir para a reflexão sobre a mudança do clima frente o planejamento de longo prazo, subsidiando a SAE no planejamento estratégico e a integração entre políticas públicas;	Pensamento Estratégico	Efetivo, não transparente e sem memória	<i>Feedback</i> da formação de mercado para reformulação de políticas; Alta incerteza; perda de legitimidade; Conectividade fraca
FNMC - Conselho Gestor	Financiar ações	Implementação da política	Efetivo e transparente	Políticas governamentais; entrada de novas firmas;

Fundo Amazônia - Comitê Orientador (COFA)	Financiar ações para desenvolvimento sustentável na Amazônia com base em pagamentos por reduções verificadas de emissões do desmatamento	Implementação da política	Efetivo e transparente	Busca de legitimidade; aumento de conectividade entre os atores; entrada de novas firmas; incentivo à formação de mercados
Programa ABC - Comissão Executiva Nacional do Plano ABC	Monitorar e acompanhar periodicamente a implementação do Plano, além de propor medidas para superar eventuais dificuldades nesse processo	Implementação via arranjo com BNDES e Banco do Brasil Monitoramento e avaliação	Efetivo, não transparente e com memória	Políticas governamentais; entrada de novas firmas; <i>feedbacks</i> para andamento do plano; presença de incerteza
Conselho Nacional de Política Energética – CNPE	Regular as políticas energética e de exploração de recursos minerais do país	Agenda e formulação Avaliação e monitoramento	Efetivo e transparente	Políticas governamentais; incentivo de entrada à novas firmas.
Grupo Permanente de Trabalho Interministerial (GTPI) e Comissão Executiva Mista do PPCDAm e o PPCerrado	Propor medidas e coordenar ações que visem a redução dos índices de desmatamento nos biomas brasileiros, por meio da elaboração de planos de ação para a prevenção e o controle dos desmatamentos	Agenda e formulação Monitoramento e avaliação	Efetivo, não transparente e com memória;	<i>Feedback</i> da formação de mercado; incentivo à conectividade dos atores; incerteza nas futuras políticas implementadas
Comissão Mista Permanente de Mudanças Climáticas do Congresso Nacional (CMMC)	Acompanhar, monitorar e fiscalizar, de modo contínuo, as ações referentes às mudanças climáticas no Brasil	Monitoramento e Avaliação	Efetivo e transparente	N/A
Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC)	Disponibilizar a tomadores de decisão e à sociedade brasileira informações técnicocientíficas sobre mudança global do clima	Assessoramento técnico-científico	N/A	N/A
Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA)	Assessorar técnico e cientificamente dedicado à mudanças climáticas globais	Assessoramento técnico-científico Agenda e Formulação, com foco no desenvolvimento da ciência e da tecnologia	Não decisória à PNMC	N/A

Fundo Amazônia – CTFA	Avaliar e validar anualmente os resultados de redução de emissões oriunda do destamamento na Amazônia	Assessoramento técnico-científico	Efetivo e transparente	Políticas governamentais; <i>Feedback</i> de formação de mercado; incentivo à entrada de novas firmas;
Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais – CEMADEN	Alertar sobre enxurradas e deslizamentos em municípios considerados críticos, mapeados com antecedência; previsão de impacto da seca na agricultura	Implementação (do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais)	N/A	N/A
Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD	Comunicação de alertas para todos os estados e municípios, articulação dos órgãos na resposta a desastres, análise de áreas de risco	Implementação (do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais)	N/A	N/A
Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH	Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e arbitrar conflitos	Implementação	Uma série de instrumentos foi mapeada no setor para fins de elaboração do capítulo Água do PNA, pode ser considerado ativo.	N/A
Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA	Apoia o licenciamento ambiental, inclusive de atividades de baixo carbono	Implementação	Resolução de 2014 estabeleceu critérios e procedimentos para parques eólicos instalados em terra	N/A

Comissão Nacional da Biodiversidade – CONABIO Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e Grupo de Integração de Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO)	Promover a implementação da Convenção da Biodiversidade e propor áreas e ações prioritárias para pesquisa, conservação e uso sustentável Coordenar assuntos relativos à consecução da Política Nacional para os Recursos do Mar, inclusive do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e programa Antártico.	Agenda e formulação Agenda e formulação Monitoramento e avaliação	Interação com PNA na parte de biodiversidade Interação com PNA na parte costeira	Busca conectividade entre os agentes; políticas governamentais; <i>Feedback</i> para incentivo de novas firmas. Conectividade entre os agentes; <i>Feedback</i> de implementação das políticas; Incentivo à formação de mercado.
Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional - CCA-IMO	Debater posições, inclusive em relação a emissões de GEE de navios Garantir a adesão da comunidade brasileira às normas da IMO	Agenda e formulação Implementação (IMO ou OIM)	Efetivo e transparente	Busca por legitimidade; Incentivar entrada de empresas; políticas governamentais; <i>Feedbacks</i> para formação de mercado; etc.
Arranjo de formulação do Plano Nacional de Redução de Emissões de GEE da Aviação Civil	Garantir a adesão da comunidade brasileira às normas da ICAO e atender às suas exigências, inclusive sobre redução de emissões de GEE	Agenda e formulação Implementação (ICAO ou OACI)	Plano entregue na 38ª Sessão da Assembleia da OACI, em 2013.1o Inventário Nacional em 2014 2a edição do Plano (2015)	Alta incerteza presente; conectividade fraca; comportamento ambíguo.

Fonte: Adaptação de Unterstell (2017)

Bibliografia

- Alvim, M. (14 de Novembro de 2016). *O GLOBO Sociedade*. Acesso em 23 de Agosto de 2019, disponível em O GLOBO: <https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/meio-ambiente/o-mercado-de-carbono-precisa-ser-detido-afirma-pesquisadora-20457220>
- Amazônia, F. (2008). *Fundo Amazônia: O Brasil cuida. O mundo apoia. Todos ganham*. Acesso em 26 de Agosto de 2019, disponível em <http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/home/>: <http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/como-apresentar-projetos/perguntas-frequentes/>
- ANEEL. (27 de Novembro de 2015). *Programa de Incentivo às Fontes Alternativas*. Fonte: <http://www.aneel.gov.br/proinfa>
- ANEEL. (s.d.). *Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica*. Acesso em 14 de Agosto de 2019, disponível em ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica : <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>
- A. W., Hekkert, M., Coenen, L., & Harmsen, R. (2014). *Broadening the national focus on technological innovation system analysis: the case of offshore wind*. ELSEVIER.
- Barbosa, V. (13 de Setembro de 2016). *EXAME*. Acesso em 01 de Setembro de 2019, disponível em <https://exame.abril.com.br/economia/os-10-paises-lideres-em-energia-limpa-no-mundo/>
- Batista, H. G. (06 de Junho de 2017). *O GLOBO*. Acesso em 19 de Agosto de 2019, disponível em O GLOBO: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/donald-trump-retira-eua-do-acordo-de-paris-sobre-clima-21423570>
- Bernal, F. (3 de Fevereiro de 2010). Acesso em 12 de Setembro de 2019, disponível em Le Monde Diplomatique: <https://diplomatie.org.br/a-saida-para-a-dependencia-energetica/>
- Bordeaux Rego, A., de Almeida Loural, C., & Giansante, M. (2012). *Smart Grid: Tendências no Mundo e no Brasil e Possibilidades de Desenvolvimento Produtivo e Produtivo*. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica . (s.d.). CCEE. Acesso em 25 de Agosto de 2019, disponível em CCEE: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/com_quem_se_relaciona?_afLoop=169076282275568&_adf.ctrl-state=v5s5nwhru_1#!%40%40%3F_afLoop%3D169076282275568%26_adf.ctrl-state%3Dv5s5nwhru_5
- Canal Energia. (07 de Julho de 2018). Fonte: ABSOLAR : <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/geracao-centralizada-solar-fotovoltaica-como-ferramenta-estrategica-para-desonerar-a-sociedade-brasi.html>
- Caufour, L. (2015). *AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À IMPLEMENTAÇÃO DE SMARTGRIDS: EXPERIÊNCIA FRANCESA*. Rio de Janeiro: UFRJ.

- Caufour, L., & Mathias, J. F. (2016). O Estado da Arte do Desenvolvimento e Implementação de Tecnologias de Smart Grids na França: uma reflexão a partir da abordagem de Sistemas Tecnológicos. In: Castro, Nivalde & Dantas, Guilherme *Políticas Públicas para Redes Inteligentes* (pp. 257-296). Rio de Janeiro: Publit.
- Chagas, M. E. (2008). *Setor Elétrico Brasileiro: O modelo após a reforma de 2004*. Santa Catarina: UFSC.
- Change, U. C. (2018). Acesso em 28 de Julho de 2019, disponível em Committee on Climate Change: <https://www.theccc.org.uk/our-impact/ten-years-of-the-climate-change-act/>
- Chediak, M., Gopal, P., & Eckhouse, B. (10 de Maio de 2018). *Bloomberg*. Acesso em 01 de Setembro de 2019, disponível em Economia UOL: <https://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2018/05/10/california-passa-a-exigir-energia-solar-em-novas-residencias.htm>
- Comissão Europeia. (20 de Julho de 2016). <https://eur-lex.europa.eu>. Acesso em 30 de Agosto de 2019, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0500&from=en>
- (2011). ROADMAP FOR MOVING TO A COMPETITIVE LOW-CARBON ECONOMY IN 2050 . In: E. Comission.
- COMMUNITIES, C. O. (2007). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL, THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS* . Brussels: COM(2007).
- (2015). Geração de energia elétrica: Status e perspectivas. In: Dantas, Guilherme; R. Brandão, & R. Rosental, *A Energia na Cidade do Futuro* (pp. 40-65). Rio de Janeiro: Babilonia Cultural Editorial.
- Diniz, T. B. (2018). Expansão da indústria de geração eólica no Brasil: uma análise à luz da nova economia das instituições. Planejamento Política Pública.
- Dutra, R., & Szklo, A. (2015). A Energia Eólica no Brasil: Proinfa e o Novo Modelo do Setor Elétrico. Rio de Janeiro: UFRJ. Fonte: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/artigo/CBE_XI-Artigo2.pdf
- EFE. (11 de Setembro de 2018). *EFE: Agência EFE*. Acesso em 01 de Setembro de 2019, disponível em EFE: <https://www.efc.com/efe/brasil/tecnologia/california-usara-energia-100-limpa-em-2045/50000245-3745589>
- Elétrica, C. d. (2016). *CCEE*. Acesso em 27 de Agosto de 2019, disponível em [ccee.org.br: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?_afzLoop=115524953522461&_adf.ctrl-state=tvenjkw4a_1#!%40%40%3F_afzLoop%3D115524953522461%26_adf.ctrl-state%3Dtvenjkw4a_5](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?_afzLoop=115524953522461&_adf.ctrl-state=tvenjkw4a_1#!%40%40%3F_afzLoop%3D115524953522461%26_adf.ctrl-state%3Dtvenjkw4a_5)
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2018). *Balanço Energético Nacional (BEN)*. Rio de Janeiro: Ministério Minas e Energia.

- Energia, M. d. (2018). *Boletim Mensal do Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro*. Brasília.
- Esteves, J., Pousinho, H., Oliveir, P., Roldão, P., Faias, S., Marques, V., . . . Santos, V. (2016). Smart grid: uma visão de regulação. In: N. J. Castro, & G. d. Dantas, *Políticas Públicas para Redes Inteligentes* (pp. 105-125). Rio de Janeiro: PUBLIT SOLUÇÕES EDITORIAIS.
- European Comission. (2008). *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. Acesso em 30 de Agosto de 2019, disponível em https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
- European Comission. (2018). *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. Acesso em 30 de Agosto de 2019, disponível em https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
- European Union. (2018). <https://ec.europa.eu/eurostat>. Acesso em 29 de Agosto de 2019, disponível em <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9087772/KS-02-18-728-EN-N.pdf/3f01e3c4-1c01-4036-bd6a-814dec66c58c>
- Furquim de Azevedo, P., & C. Serigati, F. (Setembro de 2015). *SciELO*. Acesso em 22 de Agosto de 2019, disponível em SciELO: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31572015000300510
- Grün, R. (2005). *SciELO*. Acesso em 21 de Agosto de 2019, disponível em SciELO Social Science: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0011-52582005000400005&script=sci_abstract&tlng=pt
- Guilherme Castro, R. B. (2016). Desenvolvimento de Redes Inteligentes no Brasil: abordagem a partir da Perspectiva Multinível. In: N. Castro, & G. Dantas, *Políticas Públicas para Redes Inteligentes* (pp. 159-194). Rio de Janeiro: PUBLIT SOLUÇÕES EDITORA.
- Jacobsson, S., & Bergek, A. (18 de Abril de 2011). *Innovation system analyses and sustainability transitions: Contributions and suggestions for research*. Suécia: ELSEVIER. Acesso em Julho de 2019, disponível em ELSEVIER.
- Lockwood, M. (Outubro de 2013). The political sustainability of climate policy: The case of the UK Climate Change Act. *Global Environmental Change*, pp. 1339-1348.
- Losekann, L., & Hallack, M. (2018). *NOVAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES*. Rio de Janeiro: IPEA.
- Mathias, J. F., & Rodriguez, E. C. (2016). O Desenvolvimento e a Implementação de Smart Grids na Califórnia: Uma reflexão Histórico-Analítica. In: N. J. Castro, & G. d. Dantas, *Políticas Públicas para Redes Inteligentes* (pp. 301-332). Rio de Janeiro: Publit Editora.
- MMA. (2007). <https://www.mma.gov.br>. Acesso em 27 de Agosto de 2019, disponível em Ministério do Meio Ambiente: <https://www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/comit%C3%AA-interministerial-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas.html>

- MMA. (2009). *Ministério do Meio Ambiente*. Acesso em 25 de Agosto de 2019, disponível em [mma.gov.br: https://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima](https://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima)
- Mondo, N. (12 de Julho de 2019). *NEO MONDO: UM OLHAR CONSCIENTE* . Acesso em 09 de Agosto de 2019, disponível em <http://www.neomundo.org.br/2019/06/12/reino-unido-define-meta-legal-de-emissoes-liquidas-zero-ate-2050/>
- Nansen. (22 de Agosto de 2016). *Geração Smart Grid*. Acesso em 27 de Agosto de 2019, disponível em <http://geracaosmartgrid.com.br/>:
<http://geracaosmartgrid.com.br/ambiente-de-contratacao-livre-para-quem-e/>
- NEC. (2019). Fonte: NEC: Orchestrating a brighter world:
https://br.nec.com/pt_BR/solutions/government/smartgrid/smartmeters.html?
- Nouicer, A. (2015). *Diffusion of new renewable power in Brazil: A Real Options Approach*. Madrid: UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS .
- Parlamento Europeu. (17 de Dezembro de 2008). <http://www.europarl.europa.eu>. Acesso em 29 de Agosto de 2019, disponível em <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20081208BKG44004+0+DOC+XML+V0//PT>
- Passarinho, N. (21 de Janeiro de 2019). *BBC Brasil*. Acesso em 23 de Agosto de 2019, disponível em BBC : <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46924169>
- Pereira da Silva, P., & Gomes Martins, A. (2016). Transição do Setor Energético para uma Economia de Baixo Carbono. In: G. de A. Dantas, & N. J. de Castro, *Políticas Públicas Para Redes Inteligentes* (pp. 81-103). Rio de Janeiro: PUBLIT.
- Perez, C. (2016). *Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: the sole of history in Helping to Shape the Future*. Massachussets : John Wiley & Sons .
- Perez, C. (2016). *Captalism,technology and a green global golden age*. Nova York: The Political Quarterly Publishing.
- Polito, R. (12 de Novembro de 2018). *Valor*. Acesso em 21 de Agosto de 2019, disponível em Valor Econômico: <https://www.valor.com.br/brasil/5980105/crise-economica-evitou-maior-apagao-da-historia-diz-moreira-franco>
- Quadros, T. (17 de Novembro de 2017). *NEXO*. Fonte: NEXO Jornal:
<https://www.nexojornal.com.br/grafico/2017/11/17/O-hist%C3%B3rico-dos-principais-encontros-e-acordos-clim%C3%A1ticos-mundiais>
- Reis, P. (18 de Abril de 2018). *portal-energia.com*. Acesso em 18 de Setembro de 2019, disponível em Portal Energia: <https://www.portal-energia.com/california-consegue-50-do-consumo-de-eletricidade-via-energia-solar/>

- Rocha, C. (10 de Janeiro de 2018). *NEXO Jornal*. Fonte: NEXO:
<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/01/10/As-dificuldades-para-a-expans%C3%A3o-da-energia-solar-no-Brasil>
- Schreyer, P. (22 de Março de 2000). *OECDiLibrary*. Acesso em 20 de Agosto de 2019, disponível em https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-contribution-of-information-and-communication-technology-to-output-growth_151634666253
- Senado Federal. (Junho de 2015). *Em Discussão!* Acesso em 12 de Setembro de 2019, disponível em Senado Federal: <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/o-desafio-da-energia/mundo/a-dependencia-europeia-do-gas-russo>
- Silva, J. G. (2005). *O Modelo de privatização do governo Fernando Henrique Cardoso*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- SPE. (17 de Dezembro de 2015). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Acesso em 31 de Agosto de 2019, disponível em ANEEL: http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d/-/asset_publisher/ahiml6B12kVf/content/temas-para-investimentos-em-p-d/656831?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-de-p-d%3Fp_id%3D101_INSTANCE_ahiml6B12kVf%26p_p_lifecycle%3D0%2
- SRD. (28 de Setembro de 2015). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Acesso em 31 de Agosto de 2019, disponível em ANEEL: <http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>
- SRM. (22 de Fevereiro de 2017). *Agência Nacional do Meio Ambiente*. Acesso em 27 de Agosto de 2019, disponível em <http://www.aneel.gov.br>: <http://www.aneel.gov.br/ambiente-de-contratacao-livre-acl->
- Teixeira, F. L. (2001). *O PARADOXO DE SOLOW E O DEBATE SOBRE TECNOLOGIA E PRODUTIVIDADE NO BRASIL*.
- Unterstell, N. (2017). *Como se governa a política nacional de mudança do clima no Brasil hoje?* Instituto Clima e Sociedade (iCS); Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC).